This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

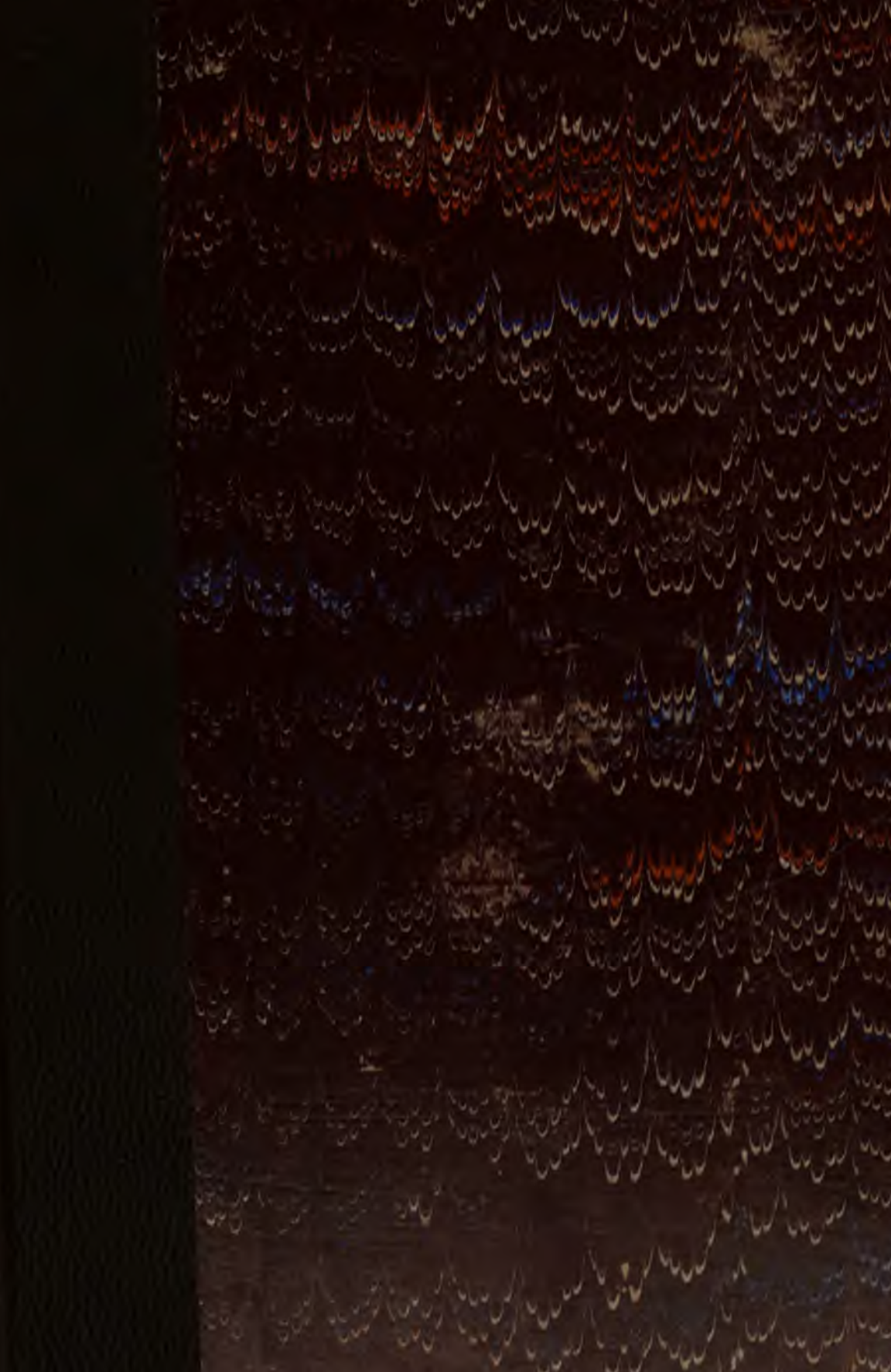
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.



NAT
SU84

193.6

Library of the Museum

OF

COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

The gift of the { Naturforschende Gesellschaft in Bern

No. 123

Aug. 6. 1889 - Oct. 29, 1892.

NAT
5084

193.6

Library of the Museum

OF

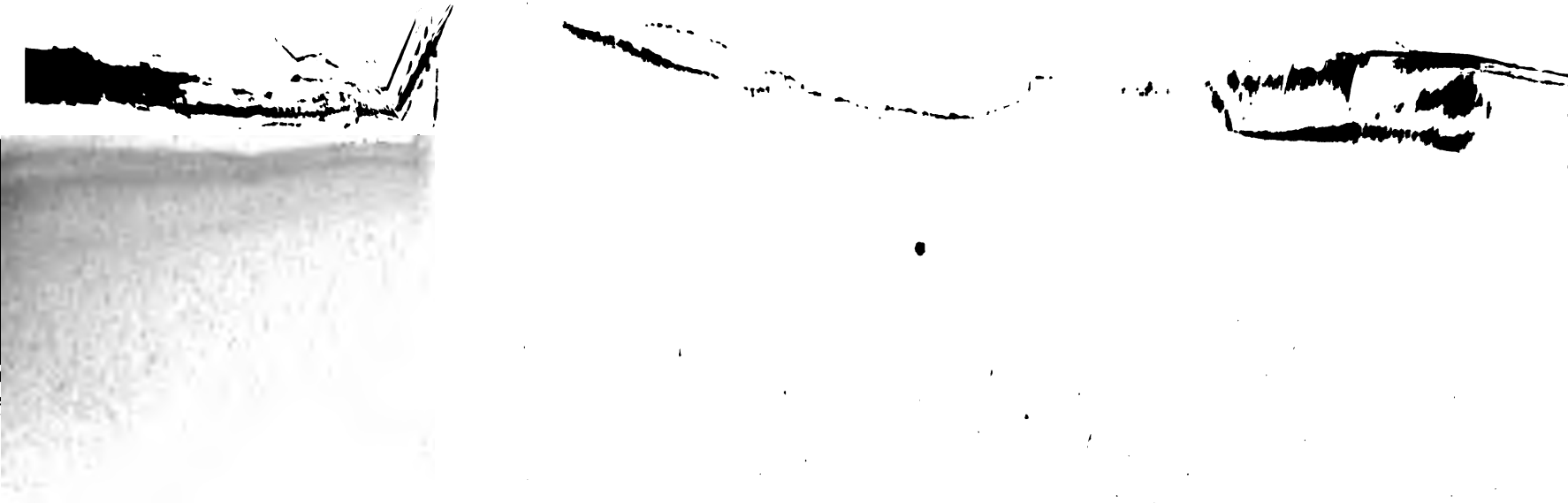
COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

The gift of the Naturforschende Gesellschaft in Bern

No. 123

Aug. 6. 1889 - Oct. 29, 1892.



Mittheilungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Bern

aus dem Jahre 1888.

Nr. 1195—1214.

Redaktion: Dr. phil. J. H. Graf.

BERN.
Druck und Verlag von K. J. Wyss.
1889.

Jahres-Bericht

über die

Thätigkeit der bernischen Naturforschenden Gesellschaft

für die Periode vom 1. Mai 1887 bis 1. Mai 1888.

Die Zahl der Mitglieder betrug auf den ersten Mai dieses Jahres 155, blieb also stationär. Ausgetreten sind 5, neu eingetreten 8. Durch den Tod verlor die Gesellschaft zwei hervorragende Mitglieder: Herrn Prof. Bernhard Studer, seit 1819 eine Zierde unseres Vereins, und Herrn Regierungsrath Rud. Rohr.

Sitzungen wurden 13 abgehalten. Folgende Herren brachten Vorträge oder Mittheilungen:

Prof. Baltzer,
Hr. Albert Benteli,
Dr. Berlinerblau,
Oberforstinspektor Coaz,
Dr. Dubois,
Dr. Dutoit,
Dr. Fischer,
Prof. Flesch,
Dr. E. v. Fellenberg,
Dr. Graf,
Dr. Huber,
Hr. Jenner,
Hr. Jonquière,
Prof. Kocher,
Prof. Kronecker,
Dr. Leuch,
Prof. Lichtheim,
Hr. Thierarzt Rubeli,
Prof. Theophil Studer,
Dr. C. Schmidt von Freiburg (Nichtmitglied).

Im Dezember 1887 musste der Präsident der Gesellschaft, Hr. Prof. Flesch, das Präsidium in Folge Wegzugs von Bern niederlegen. Die Anerkennung für seine dem Verein gewidmete wissenschaftliche Thätigkeit, besonders auch für seine Bemühungen um die Reorganisation unserer Mittheilungen, wurde ihm durch ein Abschiedsbankett kundgegeben. Es übernahm darauf der Vizepräsident, Prof. Baltzer, die Stellvertretung für die sieben letzten Sitzungen.

Von besonderen Vorkommnissen und Arbeiten sei noch erwähnt der Bericht der Blitzableiterkommission, eine Gratulationsadresse an Prof. v. Kölliker in Würzburg, geborenen Schweizer, zum 70. Geburtstag. Ferner schloss sich unsere Gesellschaft dem Protest gegen die projektirte Turbinenanlage am Rheinfall an, welche die malerischen Reize des Falles gründlich zu schädigen drohte.

Erwähnt sei noch der Lokalwechsel, indem wir am 2. December 1887 von Webern in den Bären übersiedelten, eine Aenderung, die sich als günstig herausstellte.

Nachdem schon anno 1885 sich ein kleines Deficit ergab, welches im folgenden Jahre auf 55 Fr. anwuchs, wurden Massregeln getroffen, um die Finanzen in's Gleichgewicht zu bringen. Es wird ein Budget jeweilig in der ersten Woche des Kalenderjahres vorgelegt, ferner ein Fonds für besondere Zwecke creirt, in welchen die Eintrittsgelder, 5% der Jahresbeiträge, Stiftungen, Schenkungen etc. fallen sollen; endlich wurde das Annonciren reduzirt.

Die wichtigste Aenderung aber betraf den Publicationsmodus unserer Mittheilungen. Dieselben wurden dem bisherigen Verleger entzogen und Herrn Buchdrucker und Verleger K. J. Wyss übertragen. Der Vertrag mit dieser rührigen Firma ist vom ersten Januar 1888 ab vorläufig auf zwei Jahre abgeschlossen worden. Dadurch soll sich die Gesellschaft von nun ab finanziell relativ besser stehen und insbesondere werden Ausstattung der Mittheilungen und buchhändlerischer Vertrieb in Zukunft gewinnen. Die Abhandlungen sollen nun auch einzeln vertrieben werden und es wird fürderhin möglich sein, die Budgetirung präziser vorzunehmen. Diese umfassende Reorganisation unseres Publikationsorganes hatte einige Statutenveränderungen im Gefolge.

Weiter sei angeführt, dass die Hohe Regierung ihr Interesse für unsern Verein durch einen Beitrag von 450 Fr. an die Kosten einer Publikation bethätigte, welche die Kräfte unserer Kasse überstieg.

Zu verschiedenen Malen wurde die Frage angeregt, wie man die Mitgliederzahl vermehren könne. Gegenüber der Meinung, man müsse durch direkte Aufforderung, Zirkulare etc. eine Art moralischer Pression ausüben, gewann die Ansicht die Oberhand, dass solche Mittel nicht anzuwenden und nur die Werbung durch die einzelnen Mitglieder im Freundeskreise zulässig sei. Hauptsache ist, dass die vorhandenen Mitglieder in reger Theilnahme und stetem Eifer nicht erlahmen, dass neben selbstständigen Arbeiten zusammenfassende Referate und kleinere Mittheilungen aller Art erfolgen und Jedermann nach Kräften sich bethätigt. Dann wird der Verein qualitativ und an innerm Leben ersetzen, was ihm etwa an Zahl und äussern Hülfsmitteln abgeht.

BERN, Juni 1888.

Der Berichterstatter:

A. BALTZER.

Sitzungs - Berichte.

Redaktion: Dr. phil. E. Fischer.

---

790. Sitzung vom 14. Januar 1888.

Abends 7½ Uhr im Hôtel Bären.

Vorsitzender: Hr. Prof. A. Baltzer. Anwesend 21 Mitglieder und 1 Gast.

1. Herr Seminarlehrer Fr. Schneider in M.-Buchsee erklärt seinen Austritt aus der Gesellschaft. Neu aufgenommen wird Herr Dr. G. Huber P. D.
2. Herr Prof. Th. Studer spricht über die Reste von Säugethieren, welche in den diluvialen Ablagerungen des Kantons Bern gefunden wurden, insbesondere über Rennthierreste aus einer Kiesgrube bei Rapperswyl; ferner theilt er die Resultate seiner Untersuchungen über die Koralle Coelogorgia palmosa Val. mit. (Beide Mittheilungen erscheinen in den Abhandlungen).
3. Herr A. Leuch P. D. spricht über Erzeugung und Untersuchung einiger ebenen Curven 6. Ordnung.

791. Sitzung vom 21. Januar 1888.

Abends 7½ Uhr im Hôtel Bären.

Vorsitzender: Hr. Dr. E. v. Fellenberg. Anwesend 21 Mitglieder und 5 Gäste.

1. Der Vorsitzende theilt der Gesellschaft den Hinscheid ihres Mitgliedes Herrn Regierungsrath Rohr mit.
2. Neu aufgenommen werden die Herrn: Dr. T. Geering und A. Krebs.
3. Herr Dr. Graf hält einen Vortrag: Beiträge zur Geschichte der Mathematik und Naturwissenschaft in Bern, in welchem er specieller das Unterrichtswesen und die Vertreter der mathematisch-naturwissenschaftlichen Arbeit bis und mit dem 16. Jahrhundert bespricht.
4. Herr Oberforstinspector Coaz spricht *über das Vorkommen des grauen Lärchenwicklers* (Tortrix oder Steganoptycha pinicolana Zll.) *in den Jahren 1886 und 1887 in Graubünden und Wallis.*

   Er erinnert zunächst an seinen in der allgemeinen Sitzung vom 27. Dezember 1879 über das gleiche Insekt gehaltenen Vortrag, der in den Mittheilungen der Gesellschaft erschien, und gibt hierauf eine kurze Beschreibung des Insects, seiner Metamorphose und Lebensweise.

   Auf das jüngste Auftreten des Lärchenwicklers übergehend, berichtet der Vortragende, dass derselbe sich zuerst im Oberengadin in den Lärchwaldungen der Insel Chasté am Silsersee,

an den dortigen Südhängen und unmittelbar ob Sils Maria, wieder gezeigt und von dort aus sich 1887 über sämmtliche Lärchwaldungen des Oberengadins und bis hinunter nach Zernez verbreitet habe mit einziger Ausnahme eines Streifens an der Waldvegetationsgrenze. Während sämmtliche Waldungen eine braunrothe, düstere Färbung zeigten, hatte nur dieser Streifen seine frischgrüne Farbe behalten.

Im Puschlav trat das Insekt merkwürdigerweise in gerade umgekehrter Verbreitung auf, indem ein oberster Waldgürtel von demselben befallen war, die tiefergelegenen Waldungen aber unberührt blieben.

Die vorletzte Verbreitung des Insekts im Jahre 1879 erstreckte sich auf die ganz gleichen Waldungen und auch die damaligen Herde waren so ziemlich dieselben, nämlich die Lärchbestände am Silser- und Silvaplanersee, wozu sich 1878 ferner noch die Waldungen zwischen St. Moritz und Samaden, ob Pontresina und einige Stellen im Puschlav gesellten.

Sowohl der Frass im Jahre 1879 als derjenige des Jahres 1887 erstreckte sich auch aufs Unterengadin und Münsterthal und ersterer ging im Jahre 1880 auch aufs Tyrol über, ja er machte sich in einem vereinzelten Vorposten diesseits der Alpen im obersten Waldsaum am Calanda bei Chur bemerkbar.

Aus der bisherigen Verbreitung des grauen Lärchenwicklers geht hervor:

1. Er tritt annähernd je nach Verlauf von 10 Jahren in derselben Gegend wieder massenhaft auf und zwar das erste Jahr in kleineren, zerstreuten Herden, an sonnigen, trockenen Lagen in einer Höhe von 1800—2000 Meter ü. M. — Das darauffolgende Jahr hat der Wickler seine weiteste Verbreitung und ist in Folge dessen auch der Schaden in den Lärchwaldungen am grössten. Im dritten Jahre findet er sich nur noch an wenigen Stellen derselben Gegend.

2. Die Verbreitung des Insects findet im grossen Ganzen von den obern von ihm befallenen Lärchenwaldungen nach den tiefern statt.

Seine allgemeine geographische Verbreitung geht von Süden nach Norden, unzweifelhaft vermittelst Luftströmungen gleicher Richtung.

Der Schaden, der durch den Fiass des Lärchenwicklers den Waldungen zugefügt wird, besteht in einem Zuwachsverlust und im Eingehen einer grösseren oder geringern Anzahl alter und schwächlicher Stämme, wodurch die Lärchenwaldungen hie und da nicht unbedeutend gelichtet werden.

Ebenso unerklärt wie das periodische Erscheinen des Insekts ist auch sein Verschwinden, denn wenn auch die insektenfressenden Vögel demselben in jedem Zustande der Metamorphose zusetzen und die Ichneumoniden durch Ablegen ihrer Eier in die Raupen zur Verminderung desselben viel beitragen, so ist dadurch allein ein so rasches Verschwinden doch nicht erklärt.

Ausser Schonung und Pflege der erwähnten Vogelarten ist uns kein Mittel gegen diese Insektenplage in die Hand gegeben. Der Vortragende ist indess der Ansicht, dass dem Insekte im Zustande

der Raupe und namentlich in dem der Chrysalide möglicherweise beizukommen wäre und sollten die betreffenden Forstbeamten zu diesem Zweck über das Insekt belehrt und denselben eine spezielle Instruction ertheilt werden. Der verderbliche Wickler ist in seinen Herden, welche den Ausgangspunkt zu seinem massenhaften Auftreten bilden, anzugreifen, denn später stehen wir der Grossartigkeit der Erscheinung rath- und hülflos gegenüber.

792. Sitzung vom 4. Februar 1888.

Abends 7½ Uhr im Hôtel Bären.

Vorsitzender: Herr Prof. A. Baltzer. Anwesend 13 Mitglieder und 1 Gast.

1. Herr Ed. v. Sinner theilt schriftlich seinen Austritt aus der Gesellschaft mit.
2. Herr Dr. G. Huber spricht über Cassinische Curven und ihr Auftreten in der Physik. (Der Vortrag erscheint seinem mathematischen Theile nach in den Abhandlungen.)
3. Herr v. Jenner weist Photographien vor, die mit dem neuen Eastmann-Papier angefertigt sind und beschreibt das Copirverfahren mit diesem Papier.
4. Herr Dr. Graf erwähnt, dass der Rhombenwinkel der Basalflächen der Bienenzellen, welcher thatsächlich 109° 28′ beträgt, vom jüngern König und von Mac Laurin nur zu 109° 26′ gefunden wurde. Es scheint nun, dass diese Abweichung von einem Fehler in der von diesen beiden Mathematikern benutzten Logarithmentafel herrührt.

793. Sitzung vom 18. Februar 1888.

Abends 7½ Uhr im Hôtel Bären.

Vorsitzender: Herr Prof. A. Baltzer. Anwesend 20 Mitglieder und 1 Gast.

1. Es liegt eine Austrittserklärung vor von Herrn Lehrer Schwab in Twann. Neu aufgenommen wird dagegen Herr K. Leist, Lehrer an der Breitenrainschule.
2. Herr Alb. Benteli spricht über die Niveauschwankungen der Schweizerischen Seen. (S. d. Abhandlungen.)
3. Herr Prof. A. Baltzer macht der Gesellschaft Mittheilungen über die Maare der Eifel, die Flimser Einsturzseen und die Felsbecken (Gelmersee) und weist diesbezügliche Photographien und Ansichten vor.

794. Sitzung vom 3. März 1888.

Abends 7½ Uhr im Hôtel Bären.

Vorsitzender: Herr Prof. A. Baltzer. Anwesend 24 Mitglieder und 5 Gäste.

1. In die Gesellschaft werden aufgenommen die Herren Dr. Schärtlin und Sekundarlehrer A. Badertscher. — Dagegen liegt eine Austrittserklärung vor von Herrn F. Jäggi, Notar.

2. Herr Dr. C. Schmidt aus Freiburg i. B. hält einen Vortrag: **Geographische und geologische Skizzen aus den Pyrenäen.**

I. Geographische Gliederung der Pyrenäen.

Die Pyrenäen bestehen aus drei Theilen. Der mittlere Theil, $^3/_5$ des ganzen Gebirges bildend, besitzt eine scharf ausgesprochene Wasserscheide, deren Richtung 0^{90}S ist. Die einzelnen unter sich parallelen Ketten streichen hingegen $0\,80^0$ S. Die Pyrenäen verbreitern sich gegen Spanien und fallen ab gegen Frankreich.

Die Entwässerung findet durch Querthäler statt. In den obern Theilen dieser Thäler namentlich ist ein treppenförmiges Ansteigen der Thalsohle ausgeprägt. Wir finden hier Seeenreihen.

II. Orographie und geologischer Bau der Maladetta.

Die Maladetta ist dem Pyrenäenkamm südlich vorgelagert, da wo derselbe die höchsten Erhebungen trägt. An ihrem Nordabhang erkennen wir drei scharf charakterisirte Zonen. Die Thalsohle wird durch schwarze, glimmerreiche Grauwacken der Carbonzeit gebildet, am Abhang steigen steilstehende Kalkbänke des Silurs empor, die Hauptmasse des Berges besteht aus massigem Granit. Jede dieser Zonen bedingt eine ganz bestimmte Form der äussern Gliederung.

Der Kamm der ganzen Bergmasse hat südöstliche Richtung und trägt drei nur wenig über seine mittlere Höhe emporragende Spitzen. Die höchste derselben, der Néthon, erreicht die Höhe von 3404 m. Vom Kamme gehen nach Norden und Süden eigenthümlich gewundene Querrippen ab, welche den Abhang in regelmässige Vierecke zertheilen. Auf der Nordseite liegen in diesen Vierecken die Hängegletscher der Maladetta, die durch steiles Gefälle (ca. 22°), Querspalten und rasche Bewegung (100 m. pro Jahr) charakterisirt sind.

III. Geologischer Bau der Pyrenäen im Vergleich mit den Alpen.

Die Pyrenäen sind wie die Alpen ein Kettengebirge, mit sogenannten krystallinischen Centralmassen. Wie orographisch die Südseite der Pyrenäen dem Nordabfall der Alpen entspricht, so finden wir auch im geologischen Baue dieselbe Parallele je zwischen Süd- und Nordabhang der beiden Gebirge. Die Sedimente steigen in den Pyrenäen von Süden her an den Centralmassen empor und bilden nach Süden umgelegte Falten. Auf der Nordseite finden wir eine Zerlegung der Erdschichten in Schollen, welche längs Verwerfungslinien an einander verschoben sind.

Die Erhebung von Alpen und Pyrenäen begann wahrscheinlich gleichzeitig, die gebirgsbildenden Kräfte hörten aber in den Pyrenäen zu Ende der Eocaenzeit auf zu wirken, während in den Alpen auch die miocaene Molasse noch stark dislocirt wurde. Wenn wir die Bildung der meisten alpinen Randseeen als eine Folge dieser Molassedislocationen ansehen, so ist es leicht erklärlich, dass solche Seeen den Pyrenäen fehlen, wo eben die Molasse am Nordrand des Gebirges horizontal liegt.

795. Sitzung vom 24. März 1888.

Abends 7½ Uhr im Hôtel Bären.

Vorsitzender: Herr Professor A. Baltzer. Anwesend 20 Mitglieder und 1 Gast.

1. Herr Professor Lichtheim theilt der Gesellschaft die Resultate von **Untersuchungen über intermittirenden Diabetes** mit. Dieselben nahmen ihren Ausgang von einem Krankheitsfall, bei welchem im Harn zeitweilig geringe Zuckermengen gefunden wurden, während derselbe zu andern Zeiten völlig zuckerfrei war. Die genauere Beobachtung stellte fest, dass der Zuckergehalt im Harn ausschliesslich von der Nahrung beeinflusst wurde, dass nach jeder Stärke oder Zucker enthaltenden Mahlzeit der Harn einige Stunden reich an Zucker sei. Nach wenigen Stunden war die Zuckerabscheidung vollendet. Die Erscheinungen hatten keine Beziehung zu der Erkrankung, welche die Patientin in's Spital geführt hatte, die Störung der Zuckerassimilation machte ihr keine Beschwerden, sie hatte weder Polyurie- noch anderweitige Diabetessymptome.

   Weitere Untersuchungen zeigten nun, dass derartige Störungen der Zuckerassimilation keineswegs selten sind. Unter 26 Patienten, welche an den verschiedensten Uebeln litten, zeigten noch 3 beträchtliche Zuckerabscheidung nach Verabfolgung grösserer Traubenzuckermengen (bis zu 10 % der eingeführten Menge). Während jedoch bei der ersten Kranken auch die stärkehaltige Nahrung Melliturie erzeugte, assimilirten die drei erwähnten Patienten grössere Stärkemengen vollkommen. Bei einer dieser Kranken erzeugte Rohrzuckerzufuhr eine starke Abscheidung von Traubenzucker.

   Die Auffassung des Vortragenden ist die, dass in allen diesen Abweichungen Vorstufen des eigentlichen Diabetes zu sehen sind. Die erste Stufe ist die des Traubenzuckerdiabetes, bei dem alle Kohlenhydrate bis auf Traubenzucker assimilirt werden, nur letzterer bedingt Glycosurie. Dann folgen nacheinander der Rohrzuckerdiabetes, der Amylumdiabetes und der Fleischdiabetes. Jede dieser Formen kann, wenn grössere Mengen der nicht assimilirbaren Substanzen gewohnheitsmässig zugeführt werden, in die schwerere übergehen. Von den beiden letzteren ist dies schon lange bekannt.

   Die intermittirenden Formen des Amylumdiabetes sind von den gewöhnlichen continuirlichen Diabetikern nur quantitativ unterschieden.

   Im Verlauf weniger Monate beobachtete der Vortragende auf seiner Spitalsabtheilung noch drei weitere Fälle von intermittirendem Amylumdiabetes. In dem einen derselben zeigte sich, dass, während Stärke, Rohrzucker und Traubenzucker reichliche Glycosurie erzeugten, Milchzucker völlig assimilirt wurde. In einem zweiten waren die Verhältnisse noch komplizirter. Nach Genuss von Traubenzucker, Rohrzucker und Milchzucker trat eine reichliche Glycosurie ein. Eine noch reichlichere Abscheidung von Traubenzucker erhielt man, wenn man dem Patienten in derselben Weise, wie dies in den andern Fällen geschehen war, Stärkemehl theils als Mehlsuppe von gebranntem Mehl, theils als

Brot darreichte. Hingegen erzeugt weder Brot allein, noch ungebranntes Mehl, noch Stärke, direkt gegeben, Glycosurie, nur wenn gebranntes Mehl als Mehlsuppe gereicht wurde, trat Zucker im Harn auf.

2. Herr Dr. Berlinerblau spricht über die Frage der Zerlegbarkeit der Elemente.

796. Sitzung vom 14. April 1888.

Abends 7½ Uhr im Hôtel Bären.

Vorsitzender: Herr Professor A. Baltzer. Anwesend 16 Mitglieder.

1. Herr Dr. Graf hält einen Vortrag über die Errichtung des ersten mathematischen Lehrstuhls in Bern.
2. Herr Alfred Jonquière macht einige Bemerkungen zu Faraday's elektrolytischem Gesetz (s. d. Abhandlungen).
3. Der Vorsitzende theilt der Gesellschaft mit, dass der Regierungsrath an die Kosten der Publikation der Arbeit von Herrn Prof. Kocher «Ueber die Verbreitung des Kropfes» einen Staatsbeitrag von Fr. 450 bewilligt habe.
4. Wahlen: Herr Prof. Baltzer erklärt eine allfällige Wahl zum Präsidenten nicht annehmen zu können. Hierauf wird Herr Prof. H. Kronecker zum Präsidenten, Herr Dr. Dubois zum Vize-Präsidenten gewählt.

797. Sitzung vom 5. Mai 1888.

Abends 7½ Uhr im Hôtel Bären.

Vorsitzender: Herr Professor H. Kronecker. Anwesend 28 Mitglieder und 6 Gäste.

1. Der Präsident theilt der Gesellschaft den Hinscheid ihres Mitgliedes Herrn R. v. Fellenberg, Spitaleinzieher, mit.
2. Als Mitglieder werden aufgenommen die Herren Prof. Dr. Eduard Brückner; E. Kissling, Sekundarlehrer in Bern; Dr. Wilh. Lindt, Assistent an der medizinischen Klinik Bern; Dr. Weber, Apotheker in Bern.
3. Herr Professor Kronecker demonstrirt einen Hund von 10,000 g. Gewicht, dem 650 Cubcm. Blut (d. h. $^6/_7$ seines praesumptiven Blutgehaltes) entzogen und durch Salzwasser von 0,6% ersetzt worden, und welcher sich dennoch gesund befindet.
4. Die Herren Dr. Jonquière, Apotheker B. Studer, Prof. Demme, Dr. Berlinerblau sprechen über eine Vergiftung durch Helvella esculenta (s. d. Abhandlungen).
5. Herr Professor Th. Studer bespricht das im letzten Winter so besonders häufig beobachtete Abfallen von Tannenästchen, welches er mit den Gallen von Chermes Abietis in Zusammenhang bringt.

798. Sitzung vom 16. Juni 1888.

Abends 7½ Uhr im Auditorium des tellurischen Observatoriums.

Vorsitzender: Herr Professor Kronecker. Anwesend 24 Mitglieder und 2 Gäste.

1. Herr Professor A. Baltzer verliest den Jahresbericht über das Vereinsjahr 1887/88.

2. Herr Dr. E. Vinassa spricht über Fortschritte auf dem Gebiete der botanisch-pharmakognostischen Mikroskopie (Mikrotomie, Tinction, Projektion) und demonstrirt eine Anzahl von Schnitten mittelst Projektion durch elektrisches Licht.
3. Herr Dr. W. Lindt jun. legt die Resultate seiner Untersuchungen **über einen neuen pathogenen Schimmelpilz aus dem menschlichen Gehörgang** vor.

Der Pilz, als Krankheitserreger auf dem Trommelfell eines seiner Patienten gefunden, wurde von Herrn Prof. Valentin dem Vortragenden zur Bestimmung und nähern Untersuchung übergeben. Anfangs hielt er ihn für Aspergillus fumigatus weil er demselben sehr ähnlich sah; die Verschiedenheit des neuen Pilzes von jenem bekannten wurde erst ganz deutlich, als er anfing eigenthümliche Eurotium-ähnliche Fruchtkörper zu zeitigen; eine nähere mikroskopische Untersuchung ergab nun eine Reihe characteristischer Unterscheidungsmerkmale gegenüber Aspergillus fumigatus. Seine Farbe ist blaugrün, Conidienträger sehr kurz, unverzweigt; Sterigmen unverzweigt; Conidienketten nicht ganz compact, sondern etwas auseinander gebogen; Sporen sehr klein 3—4 μ. Perithecien weiss, von einem feinen, dichten Mycelgeflecht umgeben. Sporidien linsenförmig 6—8 μ. Am besten gedeiht der Pilz bei Körpertemperatur; die Perithecien bilden sich nicht bei Zimmertemperatur. Beim Studium der Entwicklung der Fruchtkörper suchte Vortragender nachzuweisen, dass dieselbe identisch sei mit der Entwicklung der von De Bary beschriebenen Eurotiumfrüchte, und fand auch, dass im Grossen und Ganzen dies der Fall ist. Einige nicht principielle Verschiedenheiten hält der Vortragende nicht für genügend, um den Pilz als etwas von Eurotium Verschiedenes hinzustellen. Er sieht den Pilz als nova species an und benennt ihn *Eurotium malignum,* weil er das erste pathogene Eurotium ist.

Der Vortragende bespricht auch die Methode, nach welcher er die Entwicklung der Fruchtkörper studirte, es geschah dies zum Theil an Zupfpräparaten, zum Theil an feinen Schnitten, die er durch die in Agar Gallerte eingebetteten Perithecien anlegte.

Durch Einbringung der Conidien des Pilzes in die Blutbahn eines Kaninchens wurde eine zum Tode führende, ziemlich allgemeine Mykose erzeugt, die ganz dem gewöhnlichen bekannten Bild der Aspergillusmykose entsprach. In den Organen liessen sich die Mycelien schön durch Anilin-Gentianaviolett färben. Die Malignität der Ascosporen konnte durch einen Versuch nicht sicher festgestellt werden, sie erscheint nicht sehr wahrscheinlich, weil die Ascosporen des Aspergillus nidulans, dessen Conidien auch pathogen sind, keine Erkrankung erzeugen.

Bei spätern Thierversuchen mit Eurotium malignum und Aspergillus nidulans, sah Vortragender nicht mehr eine rasch, acut tödtliche Krankheit, sondern eine chronisch verlaufende, schliesslich auch zum Tode führende, hochgradige Abmagerung auftreten. Eine Erklärung für diese sonderbare Erscheinung vermag der Vortragende nicht zu geben.

Zum Schluss bringt er noch eine Aufzählung der 5 bis jetzt bekannten pathogenen Aspergillen, die zugleich alle als Schmarotzer im menschlichen Ohr gefunden wurden:

Aspergillus fumigatus, niger, flavescens, nidulans und Eurotium malignum.

799. Sitzung vom 3. November 1888.

Abends 7 ½ Uhr im Café Métropole.

Vorsitzender: Herr Professor Kronecker. Anwesend 31 Mitglieder und 3 Gäste.

1. Es liegt eine Austritts-Erklärung von Herrn G. Eschbacher, Lehrer, vor.
2. Herr Professor Dr. P. Müller wird in die Gesellschaft aufgenommen.
3. Herr E. Kissling wird an Stelle des zurücktretenden Herrn Th. Steck als Unter-Bibliothekar gewählt.
4. Herr Dr. J. H. Graf hält einen Vortrag über Jakob Rosius und die bernischen Kalender, begleitet von Demonstrationen verschiedener Kalenderausgaben.
5. Herr Professor L. Fischer weist ein Exemplar des «Riesenbovist» (Lycoperdon Bovista) vor, welches im Fraubrunnenmoos gewachsen ist, und schliesst einige Bemerkungen an über diese und verwandte Formen.
6. Herr Dr. E. von Fellenberg weist eine Suite von Mineralien aus dem Baltschiederthale vor und erläutert die Lagerungsverhältnisse des dortigen Mineralfundortes.

800. Sitzung vom 17. November 1888.

Abends 7 ½ Uhr im Café Métropole.

Vorsitzender: Herr Professor Kronecker. Anwesend 24 Mitglieder und 2 Gäste.

1. Herr Dr. Badertscher spricht über Phosphorescenzerscheinungen (s. d. Abhandlungen des nächsten Jahres).
2. Herr Dr. G. Hamel aus Hamburg hält als Gast einen Vortrag über **„die Bedeutung des Pulses für den Blutstrom"**.

   In der Arbeit «über die Ermüdung und Erholung der quergestreiften Muskeln» hat Kronecker bemerkt, dass Blut, welches man durch die Blutgefässe von Froschmuskeln leitet, unter gleichem Drucke nicht gleiche Geschwindigkeit behält. «Will man den Strom constant erhalten, so muss man den Druck schnell wachsen lassen und erhält bald Oedem (was auch C. Ludwig und Alexander Schmidt 1868 bemerkt haben). Viel besser vertragen die Gefässe der Froschmuskeln ganz kurz dauernde periodische Druckerhöhungen selbst bis auf 100 mm Hz. — Kochsalzlösung rein, wie mit geringen Mengen übermangansauren Kalis vermengt, scheint schneller als Blut die Gefässe zu verengen. Zu manchen Zeiten bewirken keine Quantitäten von Kali hypermangan. obliterirenden Gefässkrampf». Viele Beobachter haben aber nach Kühne die Erfahrung gemacht, dass Kochsalzlösung, welche Fröschen durch die Bauchvene in's Herz geleitet wurde, viele Stunden lang durch das Blutgefässsystem des Frosches circulirt, indem es alles Blut auswäscht. — Muss in diesem Falle das Herz mit stetig wachsender Kraft arbeiten,

um die beständig wachsenden Widerstände des tonisch contrahirten Gefässgebietes zu überwinden? Es ist dies nicht wahrscheinlich, denn wir wissen aus Kronecker und Stirlings Versuchen, dass der mit indifferenter Kochsalzlösung ausgewaschene Herzmuskel leistungsunfähig wird.

Dieser Vergleich legte die Annahme nahe, dass *rhythmisch* wirkender Druck die Blutgefässwände nicht alterirt, während *continuirliche* intravasculäre Spannung schadet.

Diese Annahme habe ich auf Vorschlag und unter Leitung von Herrn Prof. Kronecker im hiesigen physiologischen Institut experimentell geprüft.

Die Versuche waren sehr einfach: Durch den Hintertheil von Fröschen und Kröten wurde ein künstlicher Kreislauf vorbereitet, indem eine Canüle in die Aorta descendens, eine andere in die Vena abdominalis eingebunden wurde, nachdem die Baucheingeweide entfernt und deren Zufuhrgefässe abgebunden worden. Hierauf wurde aus einer Mariotte'schen Flasche (unter constantem Drucke) Kochsalzlösung 0,6 % oder verdünntes Kalbsblut oder Kalbserum durch das Präparat geleitet und die Geschwindigkeit des Ausflusses gemessen.

1) Es ergab sich, dass nur in seltenen Fällen der Strom von Salzwasser während eines mehrstündigen Experimentes constant bleibe. In den meisten Versuchen nahm schon nach 10—15 Min. die Stromgeschwindigkeit ab; zuweilen ging dem eine kurze Strombeschleunigung voraus. Wenn man den Einflussdruck wachsen liess, so konnte man nicht in entsprechendem Masse die Stromgeschwindigkeit vermehren.

2) Verdünntes Blut fliesst viel langsamer durch die Blutgefässe; zuweilen stockt die Circulation gänzlich. Es sind aber nicht etwa die Blutkörperchen mechanische Hindernisse.

3) Frisches (1 Tag altes) Kalbserum kann, wenige Minuten nachdem es in das Blutgefässsystem eingeströmt ist, dasselbe völlig verschliessen. Hierbei kann nicht an Embolie gedacht werden, sondern es muss sich hier um Gefässkrampf handeln, ähnlich wie bei Durchleitung von Kali hypermanganicum oder wie bei Mosso's Durchleitung von arteriellem Blute durch zuvor asphyktisch gemachte Nierengefässe.

4) Durch Hitze (56°) sterilisirtes Kalbserum erregt die Gefässmuskulatur nicht.

Nachdem sichergestellt war, dass die Art der Flüssigkeit sehr wesentlich die Circulation modificirt, fast stets aber allmählich erschwert, wurde nun untersucht, wie ein discontinuirlich wirkender Druck die Gefässe beeinflusst.

Hierzu diente ein «elektrischer Pendelhahn». Ein sehr leicht drehbarer Glashahn wurde durch ein sehr schweres Secundenpendel geöffnet und geschlossen, sobald ein Elektromagnet das Pendel freigelassen hatte. Um den Magneten in willkürlich wechselnden Intervallen wirksam zu machen, diente eine Bowditch-Baltzar'sche Uhr.

Der Apparat wurde derart graduirt, dass wir die Zeit maassen, in welcher ein halber Liter Wasser unter constantem Drucke durch den continuirlich geöffneten Glashahn des Pendelapparates ausfloss, und hierauf die Zeit bestimmt, während welcher die

gleiche Wassermenge durch den Hahn floss, wenn derselbe alle 3" durch das Pendel rhythmisch geöffnet und geschlossen wurde. Es ergab sich, dass 1/2 Liter Wasser bei continuirlichem Strome während 4 Minuten durch den Hahn floss und dass für den Ausfluss in discontinuirlichem Strome nicht ganz 17 Minuten erforderlich waren. Der Durchfluss war also nur etwa 1/4 der Zeit offen.

Aus den Versuchen welche angestellt wurden, indem dieses künstliche Herz dem Blutgefässsystnm vorgelegt wurde, ergab sich, *dass die rhythmisch gespeisten Gefässe bei weitem mehr Flüssigkeit durchtreten lassen, als die continuirlich durchströmten.* Es kann die Stromgeschwindigkeit selbst bis auf das vierfache wachsen, so dass trotz der überwiegend langen Stromschlüsse bei rhythmischem Zuflusse in absolut gleichen Zeiten ebensoviel durch das Gefässsystem fliesst wie bei beständig geöffnetem.

Wir verglichen nunmehr die Wirkung der künstlichen Herzen mit derjenigen der natürlichen, indem wir eine Zeit lang Salzwasser durch die Bauchvene in das schlagende Herz lebender Frösche oder Kröten leiteten, sodann durch Vermittelung des Pendelhahnes, mit Umgehung des Herzens, rhythmisch unterbrochen, direct in die Aorta. Es wurde der künstliche Druck dem Herzdrucke ungefähr gleich gemacht, ebenso der Rhythmus des Hahnschlusses. Wir fanden, dass ziemlich gleiche Mengen durch das natürliche Herz wie durch den Pendelhahn (künstliches Herz) gefördert wurden. Andererseits zeigte sich continuirlicher Durchfluss durch das gelähmte Herz oder durch die Aorta ebenso langsam wie in den früheren Versuchen am Hintertheile der Batrachier. Von ebenso praktischem wie theoretischem Interesse scheint uns aber eine pathologische Folge der continuirlichen Durchleitung: das Oedem. Wenn die Kochsalzlösung unter normalem Druck (10 — 25 cm Wasserhöhe) 6 Stunden continuirlich durch das Froschhintertheil geströmt war, so stieg durch Transsudat von Flüssigkeit aus den Blutgefässen in die Gewebe das Gewicht des Präparates um 20—50%.

Bei rhythmischen Durchflusse entstand gar kein oder sehr geringes (bis 3% Präparatgewicht) Oedem. Wurde aber das schon verwendete Präparat am nächsten Tage nochmals perfundirt, so entstand auch bei rhythmischem Durchflusse Oedem. 14—22% Präparatgewicht.

Hierdurch ist bewiesen, dass normale Gefässe unter continuirlichem Drucke zur starken tonischen Contraction angeregt und endlich pathologisch durchlassig werden. Schlecht ernährte oder absterbende Gefässe lassen auch rhythmisch getriebene Flüssigkeit transsudiren.

801. Sitzung vom 1. Dezember 1888.

Abends 7 1/2 Uhr im Café Métropole.

Vorsitzender: Herr Prof. Kronecker. Anwesend 30 Mitglieder und 6 Gäste.

1. Herr Dr. Tavel, der als Gast anwesend ist, spricht über **die Asepsis in der Chirurgie und die Dampfsterilisation:**

Die *Asepsis* in der Chirurgie ist von Lister eingeführt worden. Sie hat den Zweck, bei einer Operation den Zutritt aller lebendigen Keime und hauptsächlich aller pathogenen Keime zu verhindern.

Die Asepsis sollte überall da ausgeführt werden, wo der Chirurg selbst eine Wunde schafft; wo aber schon vorher eine Wunde bestand, ist keine vollkommene Asepsis mehr möglich und genügend, in diesem Falle ist eine *Antisepsis* nöthig, die darin besteht, dass die sich in der Wunde befindenden Keime mechanisch-physikalisch oder chemisch durch momentane oder andauernde Einwirkung entfernt oder zerstört werden.

Zur Ausführung der Asepsis gehört, dass Alles, was mit der Wunde in Berührung kommt, absolut steril ist. Blut des Patienten, Luft, Instrumente, Hände, Schwämme, Unterbindungsmaterial sind unsere Hauptinfectionsquellen. Die Autoinfection ist die seltenste, die Luftinfection ist ebenfalls selten, die Contactinfection schon viel häufiger, die Implantationsinfection ist die gefährlichste.

Die Mittel, die uns zu Gebote stehen, um alle diese Infectionsquellen durch Sterilisation unschädlich zu machen, sind chemischer und physikalischer Art.

Zur chemischen Sterilisation können nur in Wasser lösliche Substanzen verwendet werden; die Pulver dagegen können keine wirkliche Keimabtödtung, sondern nur eine Entwicklungshemmung bewirken.

Unter den physikalischen Desinfectionsmitteln sind zu nennen: die trockene Hitze, das heisse Oel-, Glycerin- oder Paraffinbad, der Wasserdampf. Letzterer ist durch seine Vortheile bedeutungsvoll und in folgender Weise gebraucht worden:

als gespannter Dampf,
als strömender Dampf,
als strömender, überhitzter, reiner Dampf,
als strömender, mit heisser Luft überhitzter Dampf.

Der gespannte Dampf ist das sicherste Mittel, er muss aber mit der Vorsicht gebraucht werden, dass keine Luft im Apparat zurückbleibt. Unter Einhaltung dieser Bedingung ist durch die momentane Einwirkung des auf 130° gebrachten Dampfes eine absolute Sterilisation möglich. Dampf von 125° muss 5 Minuten, von 122° 10 Minuten, von 115° eine halbe Stunde, von 110° eine ganze Stunde, strömender Dampf von 100° 6 Stunden einwirken um eine absolute Sterilisation zu erreichen.

Der strömende, überhitzte, reine Dampf ist die Grundlage des modifizirten Henneberg'schen Desinfectors. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass der überhitzte Dampf entschieden schlechter wirkt als der einfach strömende Dampf zu 100°, weil unter diesen Umständen der Dampf einfach als trockene Hitze wirkt und erst in der Tiefe der zu desinficirenden Objekte durch Abkühlung und Condensation als feuchte Wärme wieder wirksam wird.

Noch schlechter ist die Wirkung des strömenden, mit heisser Luft überhitzten Dampfes, so dass man aus den bis jetzt gemachten Untersuchungen über den Dampf als Desinfectionsmittel schliessen muss, dass er *rein* sein muss, dass er *gesättigt* d. h. nahe an seinem Condensationspunkt sein muss, dass unter Beibehaltung dieser Bedingungen je höher die *Temperatur* und *Spannung* ist, desto schneller die Sterilisation bewirkt wird.

Bei der Construction der Desinfections- und Sterilisations-Apparate mittelst des Dampfes, speziell zu chirurgischen Zwecken, ist es erforderlich, diesen Bedingungen Rechnung zu tragen.

2. Herr Professor Brückner hält einen Vortrag über **die Eiszeit im deutschen und österreichischen Alpenvorlande und in der Schweiz.** Er weist zunächst auf den Unterschied hin, den der geologische Bau und die Geschichte des Schweizer Vorlandes einerseits und der süddeutschen Hochebene andererseits erkennen lassen. Das erstere tritt uns als ein schmales Band entgegen, eingekeilt zwischen Jura und Alpen, welche bis in die jüngste Zeit bewegte und sich wohl noch bewegende Massen darstellen; es hat sich hier die Bewegung der Randgebirge mehr oder weniger dem ganzen Vorland mitgetheilt. Das deutsche Alpenvorland erscheint als ein sehr breiter, neutraler Streifen zwischen dem in Ruhe befindlichen böhmischen Massiv und dem schwäbischen Jura im Norden und den in der jüngsten geologischen Vergangenheit in nur wenig intensiver Bewegung begriffenen Ketten der Alpen im Süden, zu breit, als dass sich die Bewegung der letzteren mehr als einem ganz schmalen Saum unmittelbar am Gebirge hätte mittheilen können. Hierdurch erklärt es sich, dass das Schweizer Vorland von tief in die Molasse eingeschnittenen Thälern durchfurcht wird, während auf deutschem Boden die gleichaltrigen Tertiärablagerungen nur in seltenen Fällen durch Thäler angeschnitten sind. So fanden die Gletscher der Eiszeit beim Betreten des Vorlandes in der Schweiz ein ausserordentlich coupiertes Terrain vor, auf dem sie die Diluvialbildungen als mehr oder weniger mächtigen Ueberzug ablagerten, ohne jedoch den Charakter der Molasselandschaft vernichten zu können. Auf deutschem Boden legten sich die Gletscher aus dem Gebirge auf ein auffallend ebenes, nur sanft gewelltes Gebiet auf, das sie vollkommen mit Diluvialablagerungen überdeckten; hier dominirt daher völlig die Diluviallandschaft, sei es in der Form der Moränenlandschaft, sei es in Form der Terrassenlandschaft der Glacialschotter vor den Moränen. Daher sind hier die Lagerungsverhältnisse des Diluviums viel einfacher und es gelang zum Theil eine detaillirtere Gliederung des Diluviums als in der Schweiz. Ueber *Penck's* und seine eigenen Untersuchungen referirend, schilderte der Vortragende, wie gegenwärtig zwei verschiedenaltrige Moränenzonen und drei verschiedenaltrige Schottersysteme vom Charakter der Glacialschotter nachgewiesen sind. Eine zweimalige Vergletscherung des Vorlandes ist sichergestellt. In der Interglacialzeit hatten die Gletscher sich jedenfalls tief in das Gebirge zurückgezogen, wie die geographische Verbreitung der interglacialen Profile lehrt. In diese Zeit fällt die Ablagerung des Lösses, der im Salzachgebiet zwischen den ältern und jüngern Moränen lagernd gefunden wurde. Die Interglacialzeit ist zugleich durch eine intensive Thalbildung im Alpenvorland ausgezeichnet; die damals gebildeten Thäler sind sehr viel tiefer eingeschnitten, als die seit dem Schwinden der letzten Vergletscherung entstandenen. Hieraus schliesst der Vortragende, dass die Postglacialzeit erheblich kürzer ist als die Interglacialzeit.

802. Sitzung vom 15. Dezember 1888.

Abends 7 ½ Uhr im Café Métropole.

Vorsitzender: Herr Professor Kronecker. Anwesend 15 Mitglieder und 2 Gäste.

1. Herr Dr. Marckwald aus Kreuznach, der als Gast anwesend ist, hält einen Vortrag über die Frage, ob die Athmung vom Rückenmarke aus beherrscht werden kann (s. d. Abhandlungen des nächsten Jahres).
2. Herr Apotheker B. Studer-Steinhäuslin berichtet über die Ergebnisse einer **Pilz-Excursion in die südlichen Seitenthäler des Oberwallis** im September 1888.

   Die Excursion erstreckte sich auf das Binnenthal, das Thal des Simplon und das Eifischthal. An der Hand von 40 an Ort und Stelle nach der Natur gemalten Bildern bespricht der Vortragende eine Anzahl Pilze, von denen mehrere bisher in der Schweiz nicht gefunden worden sind. Zu den interessantesten gehören:

   Boletus cavipes Opatow, Limacium lucorum Kalchbr., Dermocybe malicoria Fr., Phlegmacium pachypus Schum., Flammula abrupta Fr., Tricholoma maluvium Fr., Tricholoma elytroides Scop.

   Neu, d. h. noch nicht beschrieben, war ein einziger Pilz aus dem genus Flammula. Aus der Uebereinstimmung der Pilzvegetation der drei Thäler trotz beträchtlicher Differenzen ihrer geologischen Grundlage zieht der Vortragende den Schluss, dass für das Vorkommen oder Nichtvorkommen von Pilzarten in einer Gegend weniger die geologische Bodenbeschaffenheit in's Gewicht fällt als vielmehr die phanerogamische Pflanzendecke, auf deren Detritus der Pilz zu seiner Ernährung angewiesen ist.

   «Hier scheinen wir eine typische Pilzvegetation des Lärchenwaldes vor uns zu haben und daraus erklärt sich die vielfache Uebereinstimmung zwischen den Walliser-Pilzen mit denjenigen Ungarn's».

Verzeichniss der Mitglieder

der

Bernischen Naturforschenden Gesellschaft.

(Am 31. Dezember 1888.)

Vorstand.

Prof. Dr. H. *Kronecker,* Präsident vom 1. Mai 1888 bis 30. April 1889.
Dr. P. *Dubois,* Vize-Präsident.
B. *Studer,* jun., Apotheker, Kassier seit 1875.
Dr. Ed. *Fischer,* Sekretär seit April 1886.
Dr. J. H. *Graf,* Redaktor der Mittheilungen seit 1883.
J. *Koch,* Oberbibliothekar, Correspond. seit 1864.
E. *Kissling,* Unterbibliothekar seit 1888.

Mitglieder.

		Eintritts-Jahr
1.	*Andreæ,* Philipp, Apotheker	1883
2.	*Badertscher,* Dr. A., Sekundarlehrer	1888
3.	*Balmer,* Dr. Hans, Privatdocent	1886
4.	*Baltzer,* Dr. A., Prof. der Mineralogie und Geologie	1884
5.	*Beck,* Dr. Gottl., Lehrer an der Lerberschule	1876
6.	*v. Benoit,* Dr. jur., G.	1872
7.	*Benteli,* A., Gymnasiallehrer und Dozent	1869
8.	*Berdez,* H., Prof. an der Thierarzneischule	1879
9.	*Berlinerblau,* Dr. J., Fabrikdirekt. in Sosnowice (Russ. Polen)	1887
10.	*Bigler,* Dr. phil. U., in Frutigen	1880
11.	*v. Bonstetten,* Dr. phil. August	1859
12.	*Bourgeois,* Dr. med. E., Arzt	1872
13.	*Brückner,* Dr. Ed., Prof. der Geographie	1888
14.	*Brunner,* Alb., Apotheker	1866
15.	*Brunner,* C., Telegraphendirektor in Wien	1846
16.	*Büchi,* Fr., Optiker	1874
17.	*v. Büren,* Eug. allié von Salis, Sachwalter	1877
18.	*Cherbuliez,* Dr., Direktor, Mühlhausen	1861
19.	*Christeller,* Dr. med. in Bordighera	1870
20.	*Coaz,* eidgenössischer Oberforstinspektor	1875
21.	*Conrad,* Dr. Fr., Arzt	1872
22.	*Cramer,* Gottl., Arzt in Biel	1854
23.	*Curchod,* internationaler Telegraphen-Director	1878
24.	*Demme,* Dr. R., Prof., Arzt am Kinderspital	1863
25.	*Dick,* Dr. Rud., Arzt	1876
26.	*Dmitrenko,* Frl. E., stud. phil. in Zürich	1887
27.	*Dubois,* Dr. med., Arzt, Privatdocent	1884

		Eintritts-Jahr
28.	*Dutoit*, Dr. med., Arzt	1867
29.	*Emmert*, Dr. C., Prof. d. Staats-Medicin	1870
30.	*Engelmann*, Dr., Apotheker in Basel	1874
31.	*Faukhauser*, J., Gym.-Lehrer und Privatdozent	1873
32.	*v. Fellenberg*, Dr. phil. E., Bergingenieur	1861
33.	*Fischer*, Dr. phil. Ed., Privatdozent	1885
34.	*Fischer*, Dr. L., Professor der Botanik	1852
35.	*Frey*, Dr. Rob., Arzt in Rubigen	1876
36.	*Frey*, Aug., Telegraphendirektor	1872
37.	*v. Freudenreich*, Dr. E., Rentier	1885
38.	*Fueter*, Paul, Apotheker in Burgdorf	1885
39.	*Geering*, Dr. T., Chef des eidg. Handelsstatist. Dept.	1888
40.	*Girard*, Dr. med., Arzt	1876
41.	*Graf*, Dr. phil. J. H., Gymn.-Lehrer u. Doz.	1874
42.	*Gosset*, Philipp, Ingenieur	1865
43.	*Gressly*, Alb., Maschinen-Ingenieur	1872
44.	*Grimm*, J., Präparator	1876
45.	*Guillebeau*, Professor Dr.	1878
46.	*Haaf*, C., Droguist	1857
47.	*Haller*, R. Friedrich, Buchdrucker	1871
48.	*Hammer*, Bundesrath	1878
49.	*Hasler*, Dr. phil. G., Dir. d. Telegraphen-Werkstätte	1861
50.	*Held*, Leon, Ingenieur	1879
51.	*Heller*, J. H., Kaufmann	1872
52.	*Hermann*, F., Mechaniker	1861
53.	*Hess*, E., Professor an der Thierarzneischule	1883
54.	*Hopf*, J. G., Arzt	1864
55.	*Huber*, Dr. G., Privatdocent	1888
56.	*Jenner*, E., Entomolog, Stadtbibl.	1870
57.	*Jonquière*, Dr. Prof. der Medizin	1853
58.	*Jonquière*, Dr. med. Georg, Arzt	1884
59.	*Jonquière*, Dr. phil. Alf.	1884
60.	*Käch*, J., Sekundarlehrer	1880
61.	*Kaufmann*, Dr., Adjunkt	1881
62.	*Kaufmann*, Dr. Alfr., Lehrer in der Grünau	1886
63.	*Kesselring*, H., Lehrer an der Sekundarschule	1870
64.	*Kissling*, E., Sekundarlehrer	1888
65.	*Kobi*, Dr., Lehrer an der Kantonsschule Pruntrut	1878
66.	*Koch*, Lehrer der Mathematik	1853
67.	*Kocher*, Dr., Prof. der Chirurgie	1872
68.	*Koller*, G., Ingenieur	1872
69.	*König*, Dr., Emil, Arzt	1872
70.	*Körber*, H., Buchhändler	1872
71.	*Kraft*, Alex., Besitzer des Bernerhofs	1872
72.	*Krebs*, A., Seminarlehrer	1888
73.	*Kronecker*, Dr. H., Prof. der Physiologie	1884
74.	*Kuhn*, Fr., Pfarrer in Affoltern	1841
75.	*Langhans*, Fr., Lehrer am städt. Progymnasium	1872
76.	*Lanz*, Dr. Em., Arzt in Biel	1876
77.	*Lanz*, J., Med. Dr. in Biel	1856
78.	*Lauterburg*, R., Ingenieur	1851
79.	*Leist*, K., Lehrer	1888

		Eintritts-Jahr
80.	*Leuch*, Dr. A., Privatdocent	1887
81.	*Lindt*, Franz, Ingenieur	1870
82.	*Lindt*, R., Apotheker	1849
83.	*Lindt*, Dr. med. Wilh., Arzt	1854
84.	*Lindt*, Dr. med. W. jun.	1888
85.	*Lütschg*, J., Waisenvater	1872
86.	*Marti*, Dr. med. Ad., Arzt	1872
87.	*Moser*, Dr. phil. Ch., Sekundarlehrer und Privatdocent	1884
88.	*Moser*, Friedrich, Schreinermeister	1877
89.	*Müller*, Emil, Apotheker	1882
90.	*Müller*, Prof. Dr. P.	1888
91.	*v. Mutach*, Alf., von Riedburg	1865
92.	*Mützenberg*, Dr. med. Ernst, Spiez	1885
93.	*Neuhaus*, Dr. med. Carl, in Biel	1854
94.	*Niehans-Bovet*, Dr. med., Arzt	1870
95.	*Niehans*, Dr. med. Paul, Inselarzt	1873
96.	*Perrenoud*, Prof. Dr. P., Staatsapotheker	1873
97.	*Pfister*, J. H., Mechaniker	1871
98.	*Pulver*, Friedrich, Apotheker	1876
99.	*Ris*, Lehrer der Physik am städt. Gymnasium	1869
100.	*Rothen*, Dr. phil., Adjunkt d. Tel.-Direktion	1872
101.	*Rothenbach*, Alf., Gasdirektor	1872
102.	*Sahli*, Prof. Dr. H.	1875
103.	*v. Salis*, eidg. Oberbauinspektor	1881
104.	*Schädler*, Dr. med. E.	1863
105.	*Schaffer*, Dr., Kantonschemiker und Docent	1878
106.	*Schärer*, Dr. med. Ernst	1885
107.	*Schärer*, Prof. Rud., Direktor der Waldau	1867
108.	*Schärtlin*, Dr., Chef im eidg. Versicherungsdepartement	1888
109.	*Schenk*, Dr. Karl, Bundesrath	1872
110.	*Scherz*, J., Oberst, Verwalt. d. Inselkrankenhauses	1873
111.	*Schlachter*, Dr., Lehrer an der Lerberschule	1884
112.	*Schmid*, J. G., Direktor der Sekundarschule	1877
113.	*Schnell*, Dr. Alb., Lochbach bei Burgdorf	1872
114.	*Schnyder*, J., Oberförster	1872
115.	*Schuppli*, M., Direktor der N. Mädchenschule	1870
116.	*Schwab*, Alf., Banquier	1873
117.	*Schwab*, Dr. med. Sam.	1885
118.	*Schwarz-Wälly*, Commandant	1872
119.	*Schwarzenbach*, Dr., Prof. der Chemie	1862
120.	*Seiler*, F., Apotheker	1887
121.	*Sidler*, Dr., Prof. der Astronomie	1872
122.	*Stämpfli*, K., Buchdrucker	1870
123.	*Stauffer*, B., Ingenieur	1865
124.	*Steck*, Th., Sekundarlehrer in Belp	1878
125.	*Stooss*, Dr. med. Max	1883
126.	*Strasser*, Dr. Hans, Prof. der Anatomie	1872
127.	*Studer*, Bernhard, sen.	1844
128.	*Studer*, Bernhard, Apotheker	1871
129.	*Studer*, Dr. Theophil., Prof. der Zoologie	1868
130.	*Studer*, Wilhelm, Apotheker	1877
131.	*Tanner*, G. H., Apotheker	1882

		Eintritts-Jahr
132.	*Thiessing*, Dr., Redaktor	1867
133.	*Trächsel*, Prof., Dr.	1857
134.	*v. Tscharner*, Dr. phil. L., Stabsmajor	1874
135.	*v. Tscharner*, Oberstlieut.	1878
136.	*Valentin*, Dr. med. Ad., Arzt, Prof.	1872
137.	*Vinassa*, Dr. phil., Privatdocent	1884
138.	*Volz*, Wilhelm, Apotheker	1887
139.	*Wäber*, A., Lehrer der Naturgeschichte	1864
140.	*Wander*, Dr. phil., Chemiker	1865
141.	*Wanzenried*, Sekundarlehrer in Zäziwyl	1867
142.	*v. Wattenwyl-Fischer*, Rentier	1848
143.	*Hans v. Wattenwyl-v. Wattenwyl*, Rentier	1877
144.	*Weber*, Dr. Hans, Arzt	1872
145.	*Weber*, Dr. phil., Apotheker	1888
146.	*Weingart*, J., Sekundarlehrer	1875
147.	*Werder*, D., Sekr. der eidg. Telegraphen-Direktion	1876
148.	*v. Werdt*, von Toffen	1887
149.	*Wolf*, Dr. R., Prof. in Zürich	1839
150.	*Wyss*, Dr. G., Buchdrucker	1887
151.	*Wyttenbach-Fischer*, Dr., Arzt	1872
152.	*de Zehnder*, Marq., Ingenieur	1884
153.	*Ziegler*, Dr. med. A., eidg. Oberfeldarzt	1859
154.	*Zgraggen*, Dr., Arzt in Köniz	1868
155.	*Zumstein*, Dr. med. J. J. in Marburg	1885
156.	*Zwicky*, Lehrer am städtischen Gymnasium	1856

Correspondirende Mitglieder.

		Eintritts-Jahr
1.	*Biermer,* Dr., Prof. in Breslau	1861
2.	*Custer,* Dr., in Aarau	1850
3.	*Flesch,* Dr. M., Arzt in Frankfurt	1882
4.	*Flückiger,* Dr. Professor, Strassburg	1853
5.	*Gasser,* Dr. E., Prof. der Anatomie in Marburg	1884
6.	*Gelpke,* Otto, Ingenieur in Luzern	1867
7.	*Graf,* Lehrer in St. Gallen	1858
8.	*Grützner,* A., Professor in Tübingen	1881
9.	*Hiepe,* Dr. Wilhelm, in Birmingham	1874
10.	*Imfeld,* Xaver, Topograph in Hottingen	1880
11.	*Krebs,* Gymnasiallehrer in Winterthur	1864
12.	*Landolf,* Dr., in Chili	1881
13.	*Lang,* Dr. A., Professor, Jena	1876
14.	*Leonhard,* Dr. Veterinär in Frankfurt	1870
15.	*Lichtheim,* Professor in Königsberg	1881
16.	*Lindt,* Dr. Otto, Apotheker in Aarau	1866
17.	*Metzdorf,* Dr., Prof. der Vet.-Sch. in Proskau	1870
18.	*Mousson,* Dr., Prof. der Physik in Zürich	1829
19.	*Petri,* Dr. Ed., Prof. der Geographie in St. Petersburg	1883
20.	*Pütz,* Dr. H., Prof. der Vet. Med., Halle a. S.	1870
21.	*Regelsperger,* Gust., in la Rochelle	1883
22.	*Rothenbach,* a. Lehrerseminar in Küsnacht	1871
23.	*Rütimeyer,* Dr. L., Prof. in Basel	1853
24.	*Schiff,* Dr. M., Prof. in Genf	1856
25.	*Wälchli,* Dr. med. D. J., Buenos Ayres	1873
26.	*Wild,* Dr., Prof. in Petersburg	1859

Auszug

aus der

Jahres-Rechnung der bernischen Naturforschenden Gesellschaft

pro 1887.

Einnahmen.

Jahres-Beiträge von 162 Mitgliedern	Fr.	1,296. —
Eintrittsgelder	«	35. —
Zinse	«	29. 10
Verkauf von Mittheilungen	«	35. 15
	Fr.	1,395. 25

Ausgaben.

Passiv-Saldo letzter Rechnung	Fr.	1. 97
Mittheilungen	«	1,009. 60
Sitzungen	«	196. 10
Bibliothek	«	150. 07
Verschiedenes	«	93. 08
	Fr.	1,450. 82

Bilanz.

Die Ausgaben betragen	Fr.	1,450. 82
Die Einnahmen betragen	«	1,395. 25
Der Rechnungsgeber hat zu gut	Fr.	55. 57

Vergleich mit dem Budget.

	Budget	Rechnung
Einnahmen	Fr. 1,200. —	Fr. 1,395. 25
Ausgaben:		
Mittheilungen	« 800. —	« 1,009. 60
Sitzungen	« 200. —	« 196. 10
Bibliothek	« 100. —	« 150. 07
Verschiedenes	« 100. —	« 93. 08
Passiv-Saldo letzter Rechnung	«	« 1. 97
	Fr. 1,200. —	Fr. 1,450. 82

Dr. med. Dubois.

Untersuchungen

über die

physiologische Wirkung

der

Condensatorenentladungen.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 19. November 1887.)

Die vorliegenden Untersuchungen wurden nicht in der Absicht unternommen, vom rein practischen Standpunkte aus die Condensatoren zu studiren und die etwaige Verwerthbarkeit dieser Instrumente für die Electrotherapie nachzuweisen. Sie verdanken vielmehr ihre Entstehung rein theoretischen Erwägungen über die Factoren, welche den electrischen Strömen und Entladungen ihre physiologische Wirksamkeit verleihen. Man wird die Resultate dieser Versuche am besten beurtheilen können, wenn ich meinen Gedankengang vorlege, wenn ich sage, was mich veranlasst hat, diese Experimente anzustellen. Es gibt nämlich in der Electricitätslehre verschiedene Fragen, und zwar nicht Détailfragen, sondern Grundfragen, über welche die Lehrbücher nicht genügenden Aufschluss geben. So scheinen mir namentlich die Angaben über die Ursache der verschiedenen Wirkung der galvanischen und der Inductionsströme sehr dürftig. Man stösst dabei auf gewisse Widersprüche, auf Unklarheiten, und ich hoffte, mir durch diese Versuche Klarheit über diese Punkte zu verschaffen. Treten wir auf den Gegenstand näher ein. —

Jeder, mit der Electrisation des menschlichen Körpers vertraute Arzt weiss, dass wir mit einer relativ geringen Anzahl galvanischer Elemente im Stande sind, eine Muskelzuckung auszulösen. Wenn wir,

beispielsweise, die Anode einer galvanischen Batterie auf den Nacken der Versuchsperson fixiren, die Kathode, in Form einer knopfförmigen Electrode auf den Nervus medianus, am Handgelenk, aufsetzen und nun den Strom im metallischen Theil der Kette schliessen, so können wir allenfalls schon eine Zuckung der Daumenmuskeln erzielen mit fünf Leclanché'schen Elementen, also mit einer electromotorischen Kraft von circa 7 Volts. — Dabei zeigt das Edelmann'sche Galvanometer z. B. eine Stromstärke von 0,5 Milliampère an. Wir können darnach den Widerstand nach der Ohm'schen Formel $I = \frac{E}{R}$ und $R = \frac{E}{I}$ ungefähr berechnen. Er beträgt in diesem Falle $\frac{7 \text{ Volts}}{0{,}0005} = \text{circa } 14000$ Ohms. Nehmen wir nun 10 Elemente statt 5, also 14 Volts statt 7. Dadurch wird die Stromstärke keineswegs verdoppelt. Der galvanische Strom hat bekanntlich die Eigenschaft, vermöge seiner electrolytischen, cataphorischen und gefässerweiternden Wirkung, den Leitungswiderstand der Haut herabzusetzen.*)

Mit 10 Elementen kann die Stromstärke schon eine 4fache sein, d. h. 2,0 Milliampères, entsprechend einem Widerstand von $\frac{14 \text{ Volts}}{0{,}002} = 7000$ Ohms betragen. Die erzielte Muskelzuckung ist

*) Die Arbeiten von Gärtner, Jolly, Stintzing und Graeber und Anderer haben diese Wirkung galvanischer Ströme nachgewiesen. Ich habe selbst längere Zeit die Leitungswiderstände der Haut bestimmt und genaue Versuche darüber angestellt. Da inzwischen die erwähnten Arbeiten erschienen sind und den Gegenstand nahezu erschöpften, verzichtete ich auf eine weitere Publication meiner Versuche und begnügte mich, meine Resultate in einer Mittheilung an der schweizerischen Naturforschenden Versammlung in Genf kurz zu resümiren und zwar an Hand eines einzigen practischen Versuches, der die Thatsache genügend illustrirt. Da die Resultate für unsere heutige Frage von Wichtigkeit sind, gebe ich hier die betreffende Tabelle. Der Versuch wurde in folgender Weise gemacht: Die Anode lag auf dem Nacken, die Kathode auf der Vorderfläche des Vorderarms und nun liess ich successive 1—20 Leclanchés einwirken und zwar für jede Elementenzahl während 1 Minute. Auf 20 Elemente angelangt, ging ich nun wieder zurück, die Elementenzahl von 20 auf 1 reducirend. Die dritte Colonne entspricht diesem Versuch mit abnehmender Elementenzahl. Der herabgesetzte Widerstand wächst wieder mit abnehmender Voltspannung, bleibt aber hochgradig vermindert. Die Tabelle gibt die Elementenzahl, die Voltspannung, die galvanometrisch bestimmte Stromstärke am Anfang und am Ende jeder Minute. Die entsprechenden Widerstände sind berechnet nach $R = \frac{E}{I}$. Wir sehen in diesem Versuch den Widerstand sinken von 30000 auf 690 Ohms.

schon dabei eine ziemlich starke. Mit 15 Elem. resp. 21 Volts ist die Stromstärke nicht 3 fach, sondern vielleicht 12 fach. Die Stromstärke kann schon 6 Milliampères betragen und eine heftige, während der Stromdauer tetanisch andauernde Zuckung auslösen. Mit 20 Elementen ist die Zuckung höchst schmerzhaft und kaum erträglich. — Auch in den Fällen wo, wegen Dicke der Epidermis und kleinen Querschnitts der Electrode der Leitungswiderstand ein grösserer ist, kann man mit einer Batterie von 40 bis 50 Leclanchés, d. h. Spannungen von 56—70 Volts, die unangenehmsten, unerträglichsten Zuckungen bewirken. Es versteht sich von selbst, dass solche starke Ströme, die an den Extremitäten kaum ertragen werden, auf das Gehirn eine viel grössere Wirkung entfalten würden. Heftiger Schwindel, Erbrechen, ja Ohnmacht könnten die Folge einer solchen Application am Kopfe sein.

Diese Wirkung des galvanischen Stromes ist also eine ganz intensive. Sie findet um so energischer und um so rascher statt, je grösser die Voltspannung, resp. die Intensität ist. — Die Electrotherapeuten kennen diese Wirkung galvanischer Ströme zur Genüge, der Physiker aber weniger, wesshalb wir hier diese Tabelle als Beispiel wiedergeben.

Elem.-Volts.		Stromstärke in Milliampères.			Widerstand in Ohms.		
1	1,5	0 —	0	0,45	? —	?	3333
2	3	0,10 —	0,10	1,65	30000 —	30000	1818
3	4,5	0,20 —	0,25	3	22500 —	18000	1500
4	6	0,35 —	0,40	5	17140 —	15000	1200
5	7,5	0,50 —	0,60	7	15000 —	12500	1071
6	9	0,72 —	0,85	9	12500 —	10590	1000
7	10,5	1,05 —	1,25	11	10000 —	8400	954
8	12	1,55 —	2,00	13	7640 —	7000	923
9	13,5	2,40 —	3,0	15	5625 —	4500	899
10	15	3,6 —	4,5	18	4166 —	3330	833
11	16,5	5,4 —	6,5	20,5	3055 —	2530	804
12	18	7,5 —	9,0	23	2400 —	2000	782
13	19,5	10,0 —	12,5	26	1950 —	1550	750
14	21	14,0 —	16,35	28	1500 —	1270	750
15	22,5	18,0 —	20,25	31	1250 —	1100	725
16	24	22,0 —	25,0	33,5	1090 —	960	716
17	25,5	27,0 —	30,0	36	940 —	850	708
18	27	32,0 —	34,5	39	840 —	780	697
19	28,5	37,0 —	39,0	42	770 —	730	678
20	30	41,0 —	43,5		730 —	690	

Erfahrungen über die Wirkung grösserer Batterien besitzen wir nicht, da solche meist nicht in Gebrauch sind. Dagegen kennen wir seit der Einführung der Dynamomaschinen in der Technik die verderbliche Wirkung hochgespannter Ströme. Diese Maschinen liefern allerdings Inductionsströme; dieselben sind aber bei der jetzt üblichen Construction gleichgerichtet und üben die gleiche Wirkung aus wie die galvanischen Ströme. Sie lenken die Galvanometernadel in gleicher Weise ab, sie verrichten die gleiche chemische Arbeit, so dass sie in der galvanoplastischen Technik an Stelle der Elemente gebraucht werden. Auch physiologisch wirken sie in gleicher Weise: bei Schluss des Stromes entsteht eine Muskelzuckung, die natürlich mit der Intensität des Stromes immer stärker wird. Erreicht die Voltspannung einer Dynamomaschine den Werth von mehreren Hundert Volts, so ist ein solcher Strom nicht mehr als unangenehm zu bezeichnen; er ist direct lebensgefährlich. Es ist schon öfters vorgekommen, dass Menschen durch den Strom einer Dynamomaschine von 500, 800, 1000 Voltsspannung, wie durch den Blitzstrahl getödtet wurden. Noch sicherer wird diese Wirkung eintreten bei den höheren Spannungen von 5—6000 Volts, wie sie von Marcel Deprez bei seinen Versuchen über Kraftübertragung angewendet wurden.

In all diesen Thatsachen liegt wohl nichts Befremdendes. Wenn 7 Volts schon genügen, um eine Muskelzuckung auszulösen, so ist es wohl begreiflich, dass 1000 Volts den Tod herbeiführen können. Wir begreifen dies noch besser, wenn wir die erwähnte Thatsache berücksichtigen, dass der Leitungswiderstand der Haut unter dem Einflusse des Stromes selbst erheblich abnimmt, so dass bei steigender Voltspannung die Stromstärke viel rascher zunimmt als der Vermehrung der Elementenzahl entsprechen würde. Die Verhältnisse sind also bei Besprechung solcher Ströme sehr klar.

Wenn wir uns nun über die Voltspannung anderer Electricitätsquellen, anderer Electromotoren erkundigen, so erfahren wir, dass die Spannung eines kleinen medicinischen Inductionsapparates mehrere Hundert, ja über Tausend Volts betragen kann. Enorm viel grösser ist die Spannung einer Influenzmaschine oder eines Rumkorf'schen Inductoriums. 100 — 300 Tausend Volts Spannung sind die Zahlenangaben, die wir in den Lehrbüchern darüber finden. Die Funkenlänge eines Inductoriums oder einer Electrisirmaschine gibt einen ungefähren Maasstab für ihre Voltspannung. Von technisch competenter Seite wurden mir darüber folgende Angaben gemacht:

Einer	Funkenlänge	von	0,18	mm	entspricht	eine	Spannung	von	1000	Volts
„	„	„	0,7	„	„	„	„	„	2000	„
„	„	„	5,0	„	„	„	„	„	5000	„
„	„	„	12,2	„	„	„	„	„	9000	„
„	„	„	15,6	„	„	„	„	„	12000	„
„	„	„	16,5	„	„	„	„	„	13000	„
„	„	„	17,1	„	„	„	„	„	14000	„
„	„	„	18,8	„	„	„	„	„	15000	„

Und doch ist, so viel ich weiss, durch eine solche Entladung noch kein Mensch getödtet worden. Wohl sind zuweilen Experimentatoren zu Boden geworfen worden, haben sogar während einigen Minuten Lähmungserscheinungen empfunden, doch kamen Alle davon. Ich versuchte mit einer Condensatorentladung von 5000 Volts ein Hühnchen zu tödten. Obgleich ich die Electroden zu beiden Seiten des Kopfes ansetzte, war die Gefahr für das Thier keine grosse. Es wurde nicht einmal betäubt; höchstens konnte man von unangenehmer Ueberraschung reden. Der Blitzstrahl sogar, dessen Spannung mehrere Millionen Volts betragen muss, tödtet nicht immer die Betroffenen; ich habe zwei Mal Gelegenheit gehabt, Patienten zu untersuchen, die vom Blitze getroffen wurden und nichts davon trugen als Hautverbrennungen und localisirte Lähmungen.

Woran liegt es nun, dass eine Dynamomaschine von 800 Volts den Tod eines Menschen bewirken kann, während eine Entladung von vielen Tausend Volts Spannung gefahrlos bleibt? Darüber finden wir in den Lehrbüchern wohl Andeutungen, ja sogar positive Angaben, jedoch keine auf exacte Versuche und Zahlen gestützte Antwort.

Wir lesen z. B., dass Inductionsströme oder Condensatorentladungen eine *geringe Quantität* haben. Dieses Wort wird aber so oft gebraucht, wo es keinen Sinn hat, dass ich berechtigt bin, die Antwort als ungenügend zu betrachten.

Der Physiker von Fach wird sich zwar mit dieser Erklärung zufrieden geben; der Begriff der *Quantität* ist ihm ein geläufiger. Fragen Sie aber physikalisch gebildete Aerzte, sogar Techniker, so werden Sie sehen, dass dieser Begriff kein klarer ist, oder, besser gesagt, dass dieser, an sich sonnenklare Begriff nicht viel gebraucht wird, dass wir nicht gewohnt sind, ihn in Einheiten auszudrücken, dass es mit einem Worte kein geläufiger Begriff ist, wie etwa der der Voltspannung oder der Intensität in Ampères.

Es ist wahr, Inductionsströme, Entladungen von Electrisirmaschinen und Condensatoren haben eine geringe Quantität, und dies erklärt

ihre im Verhältniss zur *Voltspannung geringe* Wirkung, aber so lange wir über den Werth dieser Quantität keine Zahlenangaben haben, so kann uns die Erklärung nicht ganz befriedigen.

Schon klarer ist der häufig ausgesprochene Satz, dass Inductionsströme und Entladungen *kurzdauernde Ströme* sind. In dieser Form ist die Erklärung verständlicher; sie befriedigt nicht nur den Fachmann, sondern ist auch für den Laien leicht fassbar. Es stimmt diese Auffassung mit anderen Erfahrungen im Gebiete der Physiologie und Physik. — Gestatten Sie mir einige Beispiele:

Eine ruhende Flintenkugel ist gross genug, um bei genügender Beleuchtung gesehen zu werden, d. h. die Intensität des von ihr zum Auge kommenden Lichtstrahles ist genügend, um auf die Retina einzuwirken. Wird nun die Flinte abgefeuert, so sehen Sie das Geschoss in seinem Fluge durch die Luft nicht. Die Lichtstrahlen, die von ihm zum Auge gehen, haben noch immer die gleiche Intensität. Die Dauer der Einwirkung ist aber zu kurz. Die Retina antwortet auf zu kurz dauernde Reize nicht, so stark sie auch sein mögen.

Auch im Gebiete der Electricität finden wir analoge Erscheinungen. Gibt man nur einen kurzen, aber kräftigen Schlag auf den Knopf einer electrischen Läutvorrichtung, so antwortet die Glocke nicht. Der Contact wurde dadurch geschlossen, der Strom konnte auch während dieser kurzen Zeit seine volle Intensität erreichen, aber der Vorgang war zu kurzdauernd, um die Anker genügend anzuziehen.

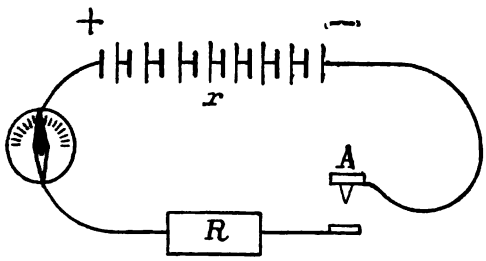
Ebenso antwortet ein mässig empfindliches Galvanometer auf ganz kurze Berührung der Leitungsdrähte nicht.

Den ganz gleichen Gedankengang entwickelt Mousson in seinem Lehrbuche der Physik bei der Besprechung der auseinandertreibenden Kraft der Electricität. «Im electrischen Mörser, einer kleinen Elfenbeinkugel, die genau in eine Höhlung aus gleichem Stoffe passt und unter welcher die Entladungsstelle liegt, wirkt der Schlag zur Fortbewegung der Kugel. Freilich steht die kleine Wurfhöhe von wenigen Decimetern in keinem Verhältniss zu der Stärke der Entladung; doch erklärt sie sich aus der ungemein kurzen Dauer des Schlages. Die Kraft, welche in $\frac{1}{1152000}$ einer Secunde (Dauer eines Funkens nach Wheatstone) die Geschwindigkeit zu 1 Decim. Wurfhöhe mittheilt, nämlich 14 Decim., vermöchte, eine Secunde gleich fortwirkend, eine Beschleunigung von 14 . 1,152,000 Decim. oder 161,200 M. hervorzubringen, eine ungeheure Zahl».

Sie sehen, dass dieser Begriff der *Dauer* ein sehr klarer ist, klarer als der der Quantität. Es ist im Grunde dasselbe in anderen Worten, aber in einer für jeden Kopf fassbaren Form. Noch viel befriedigender wäre diese Erklärung, wenn wir die Dauer des Stromes in Bruchtheilen einer Secunde ausdrücken könnten, wenn wir sagen könnten: Jener galvanische Strom von relativ niederer Spannung hat eine grosse Wirkung entfaltet, weil er $^1/_{100}$ einer Secunde andauerte; dieser Inductionsstrom von enorm viel grösserer Spannung hat im Vergleich weniger gewirkt, weil seine Dauer nur einige Milliontel einer Secunde betrug.

Zu einer solchen Bestimmung wollte ich nun kommen und sagte mir: Wenn Ströme von vielen Hundert, ja vielen Tausend Volts, durch die kurze Dauer ihrer Entladung, in ihrer Wirkung wesentlich beeinträchtigt werden, so wird es ein Leichtes sein, galvanische Ströme von relativ niederer Spannung durch *kurze Dauer des Schliessungszeit* abzuschwächen, ja vielleicht unwirksam zu machen. Um die theoretische Richtigkeit dieses Planes zu begründen, muss ich einiges über die galvanischen Ströme vorausschicken. Betrachten wir eine Batterie von X Elementen (Fig. 1), in der Ruhe, d. h. die offene Kette. So lange der Schliessungskreis der Batterie nicht geschlossen wird, ist an der Batterie nichts nachweisbar. Und doch lehrt die Prüfung mit dem Quadrantelectrometer oder mit einem Condensator nebst Galvanometer, dass, an den Endpolen der Batterie eine electrische *Spannung* herrscht. An diesen Polen ist eine Kraft aufgespeichert, welche die Tendenz hat, sich zu entspannen, so bald die sie bändigenden Widerstände gehoben sind. Je nachdem man diesen oder jenen Gedanken hervorheben will, spricht man von *Spannung,* von *Potential,* von *electromotorischer Kraft.*

Fig. 1



Es ist hier nicht am Platze, auf die Präcisirung dieser Begriffe einzugehen. In diesem speziellen Falle sind diese Ausdrücke gleichwerthig. Ich werde im Fernern meist das Wort Spannung gebrauchen.

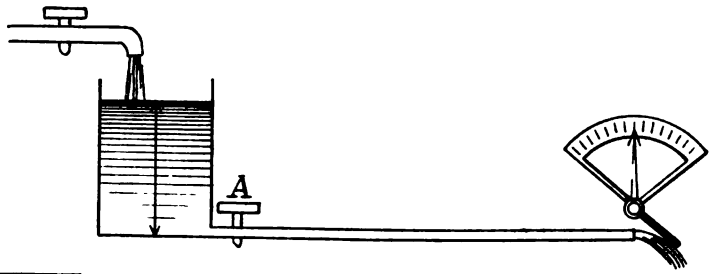
Schliessen wir nun den Kreis durch Druck auf den Contact A, so fliesst nun die angesammelte Electricitätsmenge längs des Conductors, mit einer *Geschwindigkeit* die, einerseits von der Spannung E, ander-

seits vom Widerstand der Schliessung abhängig ist. Diese Geschwindigkeit des Stromes ist, was wir als die *Intensität,* die *Stromstärke,* bezeichnen.*) Die Ohm'sche Formel lehrt uns, dass die Stromstärke der Spannung direct, dem Gesammtwiderstand des Stromkreises umgekehrt proportional ist. $I = \frac{E}{R + r}$, wobei R den ausserwesentlichen, r den Batteriewiderstand bezeichnet. Im speziellen Falle der Electrotherapie, wo der Strom auf den mehrere Tausend Ohms messenden Körperwiderstand geschlossen wird, kommt der innere Widerstand, weil verschwindend klein, meist nicht in Betracht. Die Stromstärke hängt nur von der Spannung und vom ausserwesentlichen Widerstande ab, $I = \frac{E}{R}$.

Wenn wir, wie üblich, die electrischen Erscheinungen mit den hydraulischen vergleichen, so ist die Analogie eine auffallende. Ein galvanisches Element, eine galvanische Batterie ist vergleichbar mit einer Quelle im eigentlichen Sinne des Wortes, mit einer unversiegbaren Quelle, die einen constanten, gleichmässigen Strom liefert.

Das galvanische Element ist auch vergleichbar mit einem mit Flüssigkeit gefüllten Gefäss, bei welchem durch eine passende Zuflussvorrichtung das *Flüssigkeitsniveau constant* erhalten bleibt.

Fig. 2



*) Wenn ich hier die Intensität als eine Geschwindigkeit bezeichne, so ist dies nicht ganz richtig. Im electrodynamischen Maasssystem hat die Intensität nicht die Dimension einer Geschwindigkeit. Die Geschwindigkeit ist aber der Intensität proportional, bei Annahme eines constanten Querschnitts der Leitung; wie die Intensität ist auch in diesem Falle die Geschwindigkeit der treibenden Kraft direct, dem Widerstand umgekehrt proportional. Man kann sich über die Intensität übrigens verschiedene Vorstellungen machen. Bei der Intensität 1 Ampère fliesst in der Secunde 1 Coulomb Electricitätsmenge ab. Hat der Strom die Stärke von 2 Ampères, so kann man ebenso gut sagen: bei gleichbleibender Geschwindigkeit floss eine doppelte Menge ab oder eine gleiche Menge floss mit doppelter Geschwindigkeit ab. In beiden Fällen ist die abgelieferte Menge 2 Coulombs. Auf diese Frage kann ich nicht näher eintreten. Der Vergleich der Intensität mit einer Geschwindigkeit muss hier bildlich verstanden werden.

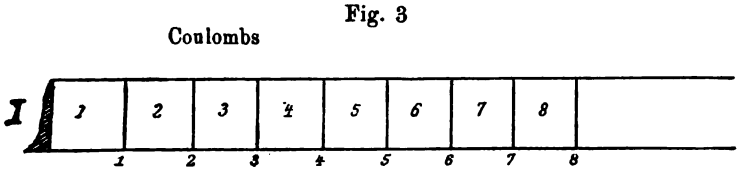
So lange der Hahn A geschlossen ist (offene Kette), bleibt die, durch die Höhe der Wassersäule ausdrückbare Kraft in Ruhe. Wird nun der Hahn geöffnet, so fliesst das Wasser mit einer Geschwindigkeit (Intensität) ab, die von der Druckhöhe und vom Widerstand abhängt. So wie das Galvanometer uns die Intensität des Stromes anzeigt, so können wir uns auch eine Vorrichtung denken, die ebenfalls durch ihre Ablenkung die Stärke des Stromes anzeigt. (Fig. 2.)

Bei Wasserläufen kann die Stärke des Stromes durch die in der Zeiteinheit ausgeflossene Wassermenge ausgedrückt werden. In gleicher Weise können wir aber auch die Intensität des galvanischen Stromes messen. Ein Strom von der Intensität = *1 Ampère*, ist ein Strom, bei welchem in der *Secunde* eine Electricitätsmenge von *1 Coulomb* abfliesst.

Diese Verhältnisse lassen sich auch schematisch darstellen. Wenn ein galvanischer Strom auf einen gewissen Widerstand geschlossen wird, so erreicht er theoretisch nicht sofort seine der $\frac{\text{Voltspannung}}{\text{Widerstand}}$ entsprechende Intensität. Es vergeht eine äusserst kurze Zeit, die Zeit des sog. variablen Zustandes, bis der Strom von 0 auf die maximale Höhe steigt. — Nach dieser sehr kurzen Zeit hat der Strom seine maximale Intensität erreicht und behält sie, so lange der Strom geschlossen bleibt, weil durch die Arbeit im Element die Spannung erhalten bleibt. Es fliesst also ein *constanter* Strom von der $I = \frac{E}{R}$

Die *Quantität* dieses Stromes hängt namentlich ab von der Schliessungszeit. So lange Zink noch vorhanden ist, so lange der Strom geschlossen bleibt, wird in der Secunde 1 Coulomb Electricitätsmenge geliefert, wenn die Intensität 1 Ampère beträgt.

Fig. 3



In der Fig. 3 ist die Intensität des Stromes I als Ordinate, die Dauer T als Abscisse aufgetragen. Die Quantität Q ist das Product aus der Intensität und Zeit, Q = I T.

Die Quantität eines constanten Stromes ist also nur abhängig von seiner Intensität und von der Schliessungsdauer. Sie lässt sich

immer in Einheiten der Quantität, in Coulombs, ausdrücken. Fliesst der Strom von der Intensität 1 Ampère während einer Secunde, so ist die Quantität 1 Coulomb, fliesst er 10 Secunden, so beträgt sie 10 Coulombs; dauert der Strom nur ein Milliontel einer Secunde, so beträgt die Quantität 1 Milliontel eines Coulombs oder *1 Microcoulomb*. Kurz oder lang dauernd hat der Strom die Intensität 1 Ampère. Im Ausdruck des Ampère $= \frac{\text{Volt}}{\text{Ohm}}$ fehlt der Begriff der Zeit.

Nun dachte ich: Wenn es gelingt, die Schliessungszeit eines galvanischen Stromes auf ein gewisses *Minimum* zu verkürzen, so wird dessen Wirkung abnehmen, und vielleicht gelingt es, ihn dadurch so abzuschwächen, dass keine Wirkung mehr eintritt.

Andererseits lehrt eine oberflächliche Erfahrung, dass es, wenigstens für schwache Ströme, eine *maximale Schliessungszeit* gibt, bei welcher der Strom seine *volle*, Nerv und Muskel erregende Wirkung hat. Wenn man mit einem Strom von 2 Milliampères eine Muskelcontraction auslöst, so ist es vollkommen gleichgiltig, ob der Strom 0,1 Sec. oder 1,0 Sec. dauert. Die Zuckung bleibt die gleiche, sie wird nicht ausgiebiger, nicht effectvoller. Ich setze also voraus: Hat ein Strom die genügende Intensität, um überhaupt eine Zuckung auszulösen, so gibt es eine *minimale Stromdauer*, unter welcher keine Wirkung eintritt, und eine *maximale Stromdauer* (wenigstens für schwache, nicht tetanuserregende Ströme), bei welcher die maximale Wirkung voll erreicht wird.

Dieses Minimum und Maximum der wirksamen Stromdauer zu bestimmen, war das Ziel meiner Arbeit.

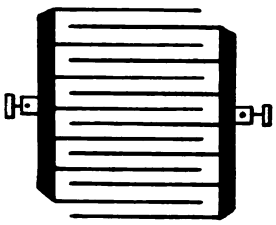
Ich suchte nun die kurzen Schliessungszeiten durch mechanische Vorrichtungen zu erzielen, rotirendes Rad, Pendel etc., bei welchen durch Schleifcontacte der Strom kurz geschlossen wurde. Ich sah aber bald ein, dass es unmöglich sei, eine Vorrichtung zu construiren, die für kleinere Zeiten als $^1/_{1000}$ Secunde einen sichern Contact gegeben hätten. Das Resultat meiner Versuche bestätigte dies auch und ich musste auf diese Versuchsanordnung verzichten.

In der Verlegenheit griff ich nun zu den *Condensatoren*.

Die Quantität eines Stromes ist, haben wir gesagt, das Product aus der Intensität und Stromdauer, $Q = I\,T$. — Bei gleichbleibendem I, T verkürzen, heisst die *Quantität* Q verkleinern. Nun gibt es Instrumente, die gegenwärtig technisch verwerthet werden und welche erlauben, ganz bestimmte, abgewogene Electricitätsmengen zu sammeln

und auf einen Leiter zu entladen. Diese *Condensatoren* bestehen aus abwechselnden Lagen von Stanniol und Paraffinpapier (oder auch Micaplatten), welche in grosser Zahl aufeinander geschichtet werden. Sie repräsentiren eine sehr grosse, zusammengefaltete Franklin'sche Tafel. Die Stanniolplatten gerader Zahl sind mit einander verbunden und bilden eine der Belegungen. Die ungeraden sind ebenfalls unter einander in Verbindung und bilden die andere Belegung des Condensators.

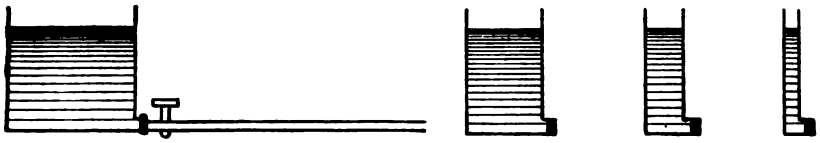
Fig. 4



Mittelst passender Klemmschrauben kann der Condensator mit der Ladungsquelle in Verbindung gebracht werden. (Fig. 4.) Die *Menge Electricität*, die *Quantität*, die ein solcher Ansammlungsapparat aufnehmen kann, hängt einerseits von seiner *Capacität*, d. h. namentlich von seiner Oberfläche, andrerseits von der *Spannung* der ladenden Batterie ab.

Wenn wir den Vergleich mit der Hydrostatik fortsetzen, so sind Condensatoren vergleichbar mit Gefässen verschiedener Capacität, welche abgemessene Flüssigkeitsmengen enthalten können. Wie der *Druck* einer Wassersäule nur von ihrer Höhe, nicht von der Grösse der Gefässe und Menge des Wassers abhängt, so ist die *Spannung* eines Condensators nur von der Spannung der ladenden Stromquelle abhängig. Wird er auf 10 Volts geladen, so bleibt die Spannung 10 Volts, sei der Condensator klein oder gross. Dagegen ist dann die

Fig. 5



Quantität eine verschiedene und diese beeinflusst die *mögliche Dauer* der Entladung. Ist ein Wassergefäss klein, so kann es nur einen kurzdauernden Strom liefern. Enthält es viel Wasser, so kann es, bei gleichbleibender Intensität einen dauernden Strom geben. (Fig. 5.)

Ebenso wird, bei gleicher Spannung, ein Condensator von kleiner Capacität nur eine kurze Entladungszeit haben, während ein sehr grosser längere Zeit Electricität liefern kann.

Nur in einem Punkte ist der Vergleich mit der Hydrostatik nicht vollkommen zutreffend. Ein Gefäss von der Capacität 1 Liter kann unter allen Umständen nur 1 Liter Wasser enthalten, weil das

Wasser incompressibel ist. 1 *Microfarad* (practische Einheit der Capacität) kann aber 1, 2, 3, 100 *Microcoulombs* enthalten, je nachdem er mit 1, 2, 3, 100 Volts geladen wird. Der Vergleich mit den Gasen ist hier am Platze. Ein Gefäss von 1 Liter kann ebenfalls mehr oder weniger Gas enthalten, wenn dasselbe unter Druck gehalten wird.

Bei den Condensatoren ist folglich die *Quantität* das Product aus der Capacität und der Spannung, $Q = CV$. Das ist die Formel der *statischen Quantität*, während $Q = IT$ die Formel der *dynamischen Quantität* darstellt. —

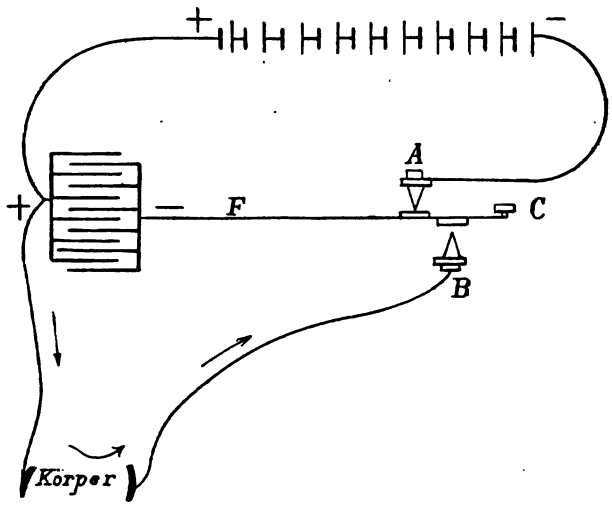
Es war für mich zuerst ein verlockender Gedanke, von der statischen auf die dynamische Quantität überzugehen und die gesuchte Zeit T zu bestimmen nach der Formel $T = \frac{Q}{I}$. Q ist bekannt, resp. lässt sich berechnen durch Multiplication von Capacität in Microfarads mit Spannung in Volts. I kann bestimmt werden, da ich die Spannung und den Widerstand kenne, resp. letzteren messen kann. Der Quotient, aus Quantität in Microcoulombs dividirt durch die Intensität in Ampères, gibt die Zeit T in Milliontel einer Secunde. Die Einfachheit dieser Berechnung kam mir jedoch verdächtig vor. Herr Prof. Dr. Forster, sowie Herr Dr. Rothen waren mir bei dieser Angelegenheit behülflich. Sie machten mich darauf aufmerksam, dass es nicht möglich sei, diese Formel der dynamischen Quantität hier anzuwenden, weil die Curve einer Condensatorentladung eine andere ist wie die eines galvanischen Stromes. Beide Herren waren auch so freundlich, mir werthvolle Instrumente auzuvertrauen und mir mit Rath und That beizustehen. Ich benutze die Gelegenheit, ihnen meinen besten Dank auszusprechen.

Ich liess daher die Frage der Zeitberechnung momentan bei Seite und machte mich an's Experimentiren mittelst der Condensatoren.

Dr. Boudet de Pâris in Paris hat vor Jahren schon die Condensatoren in der Electrotherapie angewendet und eine Unterbrechungsvorrichtung, einen Neef'schen Hammer, construirt, der rasch hintereinander den Condensator ladet und auf den Körper entlädt. Ich zog vor, *isolirte Entladungen* zu benutzen, und wendete dabei folgende Vorrichtung an. (Fig. 6.)

Der positive Pol der Batterie steht in Verbindung mit einer der Belegungen des Condensators und ferner mit dem Körper. Der negative

Fig. 6



Pol führt zum Contact A, welcher bei Ruhelage der Feder F geschlossen ist. Somit ist der Condensator auf die Spannung der Ladungsbatterie gebracht. Durch Druck auf den Knopf C wird der Contact A geöffnet, der Contact B geschlossen. Die Batterie ist ausgeschaltet und der Condensator entlädt sich auf den Körper. Der Körper wird nun von einem kurzdauernden Strom durchflossen.

Die Batterie von 50 Leclanchés erlaubt, die Spannung beliebig von 1,4 Volts bis auf 70 Volts*) zu verändern. Der Condensator, den ich der Güte des Herrn Dr. Rothen, Adjunkt der eidgenössischen Telegraphendirection, verdanke, ist ein Instrument von Elliott in London und ist in Tausendstel eines Microfarads getheilt. Ich kann somit die Quantität genau dosiren zwischen 1,4 Volt × 0,001 Microfarad = 0,0014 Microcoulomb und 70 Volts × 1,000 = 70 Microcoulombs. Vom physikalischen Cabinet der Hochschule bekam ich noch einen Condensator von 1 Microfarad und von Herrn Dr. Borel in Cortaillod (Fabrik von Cabeln und Condensatoren) 3 Condensatoren zu je 2 Microfarads; ich verfügte somit über Quantitäten von 0,0014 Microcoulomb bis 560 Microcoulombs.

Die Versuche wurden nun in folgender Weise angestellt: Die *Anode* als breite Platte von 64^{c^2} oder 100^{c^2} wurde als sog. indifferente Electrode auf Nacken, Sternum oder Bauch fixirt. Die Kathode (meist die normale Kathode von Stintzing mit 3^{c^2} Oberfläche) wurde auf den zu prüfenden Nerv fixirt und der Condensator nun mit wechselnder Spannung, resp. Quantität auf den Nerv entladen. Die, an verschie-

*) Eine genaue Messung der electromotorischen Kraft jedes Elementes vor jedem Versuch vorzunehmen wäre viel zu zeitraubend gewesen. Ich prüfte nur einige Elemente und fand ihre electromotorische Kraft im Mittel = 1,40 Volts.

denen Tagen, auf den gleichen Nerv derselben Versuchsperson erhaltenen Resultate zeigen namhafte Verschiedenheiten, die jedem Electrotherapeuten begreiflich sein werden. Es ist nicht immer möglich, den Nerv gleich zu treffen, die Dichtigkeit des Stromes in demselben gleichmässig herzustellen. Es sind diess Unregelmässigkeiten, die bei jeder diagnostischen und therapeutischen Application der Ströme vorkommen und welche die Resultate jedes einzelnen Versuches in keiner Weise trüben.

Ich gebe hier die detaillirte Schilderung des ersten Versuches, der mit einer Batterie von 50 Leclanchés vorgenommen wurde.

Versuch 1.

Anode 100$^{c^2}$ auf Nacken. Normale *Kathode* 3$^{c^2}$ auf den linken Medianus am Handgelenk. Ungefähre Bestimmung des Leitungswiderstand durch Beobachtung des Nadelausschlages (grosser Edelmann'scher Einheitsgalvanometer) bei der Annahme einer electromotorischen Kraft von 1,4 Volts per Element. 5 Elemente, resp. 7 Volts geben eine Stromstärke von 0,0016 Ampère, folglich ist der berechnete Widerstand $\frac{7 \text{ Volts}}{0{,}0016} = 4375$ Ohms. Galvanisch erreicht man in diesem Versuch die erste Kathodenschliessungszuckung (KSZ) mit 6 Elementen, resp. 8,4 Volts und I = 1,9 Milliampère. Unter solchen Versuchsbedingungen gibt der Condensator von 1 Microfarad, geladen mit 56 Volts, eine sehr starke Zuckung. Ich suche nun durch Verminderung der Capacität die Wirkung allmählig abzuschwächen, bis die *minimale Zuckung* eintritt.

Es zeigt sich nun, dass die Entladung von 56 Volts die minimale Zuckung bei einer Capacität von 0,007 Microfarad gibt. Die Bestimmung ist eine sehr genaue, da jede weitere Verminderung der Capacität die Zuckung zum Verschwinden bringt. Bei 56 Volts und 0,006 Microfarad ist absolut keine Zuckung sichtbar, auch keine fühlbar. Diese Entladung bleibt vollkommen erfolglos. Sofort tritt aber eine deutliche, regelmässige Zuckung ein, sobald die Capacität 0,007 Microfarad beträgt.

Ich vermindere nun die Elementenzahl um 5 Elemente, resp. die electromotorische Kraft um 7 Volts und bestimme wieder die zur Auslösung der *minimalen Zuckung* erforderliche Capacität. Sie beträgt nun für 49 Volts 0,009 Microfarad.

In gleicher Weise verfahre ich bei 42, 35, 28, 21, 14 und 9,8 Volts. Bei jeder Spannung erhielt ich somit die *gleiche minimale Zuckung.*

Folgende Tabelle stellt die Resultate dieses Versuchs zusammen. Auf den Widerstand von circa 4375 Ohms gibt:

die	Entladung	von	56	Volts	die	minim.	Zuckung	mit	0,007	Microfarad
„	„	„	49	„	„	„	„	„	0,009	„
„	„	„	42	„	„	„	„	„	0,011	„
„	„	„	35	„	„	„	„	„	0,014	„
„	„	„	28	„	„	„	„	„	0,018	„
„	„	„	21	„	„	„	„	„	0,027	„
„	„	„	14	„	„	„	„	„	0,070	„
„	„	„	9,8	„	(7 Elemente)		„	„	0,290	„

Das Resultat dieses Versuchs ist in keiner Weise befremdend. Wenn bei kleinerer Voltspannung die Wirkung die gleiche bleiben soll, so ist dies nur erreichbar, wenn die Capacität grösser wird.

Da *constant* die gleiche minimale Zuckung auftrat, so war zu erwarten, dass in den physikalischen Eigenschaften der Entladung *etwas constant sein werde.* Bei Betrachtung obiger Zahlen, wo die Voltspannung allmählig *abnimmt,* die Capacität dagegen *zunimmt,* schien es wahrscheinlich, dass das Product, *die Quantität,* constant bleibe.

Die Berechnung bestätigt dies *nicht.* Bestimmen wir die Quantität nach der Formel $Q = CV$, so finden wir dass:

56	Volts	die	minim.	Zuckung	geben	bei	circa	Q =	0,392	Microcoulomb.
49	„	„	„	„	„	„	„	Q =	0,441	„
42	„	„	„	„	„	„	„	Q =	0,462	„
35	„	„	„	„	„	„	„	Q =	0,490	„
28	„	„	„	„	„	„	„	Q =	0,504	„
21	„	„	„	„	„	„	„	Q =	0,567	„
14	„	„	„	„	„	„	„	Q =	0,980	„
9,8	„	(7 Elem.)		„	„	„	„	Q =	2,842	„

Interessant ist in diesem Versuch schon die Thatsache, dass 56 Volts die minimale Zuckung bei einer Quantität von 0,392 Microcoulomb auslösen.

Wie ungeheuer klein diese physiologisch wirksame Quantität ist, lässt sich bestimmen, wenn wir ausrechnen, welche chemische Wirkung eine solche Entladung verrichten würde. Bekanntlich hängt die chemische Wirkung nur von der *Quantität,* nicht von der Form der Entladung ab. Die Wirkung bleibt die gleiche, ob ein schwacher Strom lang dauert oder ob ein starker Strom nur kurze Zeit einwirkt.

Ein Strom von 1 *Ampère*, während 1 *Secunde* fortwirkend, hat eine Quantität von 1 *Coulomb*. Diese Quantität schlägt im Silbervoltameter ein Gewicht von circa 1 Milligramm (genau 1,1183) Silber nieder.

Unsere Entladung würde nicht einmal $^1/_2$ Milliontel Milligramm niederschlagen, genau 0,000000392 mg, circa $\frac{1}{2500000}$ eines Milligramms.

Wir haben somit durch diese einfache Berechnung einen Begriff von der ungeheuer kleinen Electricitätsmenge, welche genügt, um bei 56 Volts und 4375 Ohms eine zwar schwache, jedoch deutliche Zuckung zu geben.

Aus obigem Versuch geht auch die Thatsache hervor, *dass das Product aus Voltspannung und Capacität kein constantes bleibt*. Bei sinkender Spannung muss die Quantität *steigen*, wenn die Wirkung die gleiche bleiben soll. Die Zahlen zeigen diess in unverkennbarer Weise. Während die Entladung von 56 Volts schon mit einer Quantität von 0,392 Microcoulomb die minimale Zuckung gibt, so ist eine Quantität von 0,504 erforderlich, wenn die Voltspannung 28 Volts beträgt. —

A priori scheint das Resultat begreiflich. Wir wissen z. B., dass der Schliessungsinductionsstrom physiologisch eine viel geringere Wirkung entfaltet als der Oeffnungsstrom. Beide Ströme haben, wie Voltameter und Galvanometer lehren, die gleiche Quantität. — Wir ziehen daraus den Schluss, dass es für die physiologische Wirkung nicht auf die Quantität ankommt.

Von diesen Erfahrungen ausgehend, kann man sich vorstellen was eben der Versuch zeigt, dass sinkende Voltspannung durch *steigende* Quantität compensirt werden muss.

Wenn wir uns vorläufig an die Formel der dynamischen Quantität $Q = IT$ halten, so ist das Resultat wohl begreiflich. — Sinkt, bei gleichbleibendem Widerstand, die Voltspannung, so wird I kleiner. Soll dennoch die gleiche minimale Zuckung erzielt werden, so muss die verminderte Intensität durch längere Dauer T compensirt, resp. übercompensirt werden. Es scheint nicht zu genügen, wenn das Product $Q = IT$ gleich bleibt.

Aehnliches muss sich herausstellen, wenn die berechnete Intensität auf andere Weise vermindert wird, z. B. durch Einschaltung von Widerständen. Das Experiment bestätigt diess.

Als ich, nach Vornahme des Versuchs 1, den Widerstand approximativ bestimmte, ergab das Galvanometer bei 5 El., resp. 7 Volts eine Stromstärke von 1,8 Milliampère, einem Widerstand von circa 3888 Volts entsprechend. Ich schaltete nun mittelst eines Flüssigkeitsrheostaten (den ich den Drahtwiderständen zur Vermeidung etwaiger Extracourants vorzog) so viel Widerstand ein, bis 7 Volts eine Stromstärke von 0,9 Milliampère (statt 1,8) ergaben. Der Widerstand war dadurch approximativ verdoppelt, betrug nun circa $3888 \times 2 = 7776$ Ohms. Der Versuch wurde nun unter diesen, *nur hinsichtlich Widerstand*, veränderten Bedingungen in gleicher Weise angestellt und ergab nun folgendes Resultat. —

Versuch 1a.

Die	Entladung	von	56	Volts	ist	wirksam	bei	C	= 0,010	Microfarad
„	„	„	49	„	„	„	„		= 0,012	„
„	„	„	42	„	„	„	„		= 0,016	„
„	„	„	35	„	„	„	„		= 0,023	„
„	„	„	28	„	„	„	„		= 0,040	„
„	„	„	21	„	„	„	„		= 0,100	„
„	„	„	16,8	„	(12 El.)	„	„		= 1,000	„

Ich musste also bei doppelten Widerstand ebenfalls die Capacität vergrössern. Die Berechnung der Quantität ergibt, dass:

56	Volts	die	Zuckung	geben	bei	Q	= 0,560	Microcoulomb.
49	„	„	„	„	„		= 0,588	„
42	„	„	„	„	„		= 0,672	„
35	„	„	„	„	„		= 0,805	„
28	„	„	„	„	„		= 1,120	„
21	„	„	„	„	„		= 2,100	„
16,8	„	(12 El.)	„	„	„		= 16,800	„

Als ich die I durch Verminderung der Voltspannung von 56 auf 28 Volts herabsetzte*), war eine grössere Quantität nothwendig, nämlich 0.504 statt 0,392. Diese Quantitäten verhalten sich wie 1 : 1,285 Bewirkte ich die Verminderung der Intensität durch ungefähre Verdoppelung des Widerstandes, so war das Verhältniss 0.392 : 0,560 = 1 : 1,429. Wenn man bedenkt, dass bei solchen Versuchen die Bestimmungen nur approximativ gemacht werden können, so ist die Uebereinstimmung genügend. Es ist unmöglich, vor jedem Versuch die Batterie auf ihre electromotorische Kraft zu prüfen, unmöglich, den variablen

*) Versuch 1.

Körperwiderstand zu bestimmen; der Versuch kann daher nicht die Exactheit eines physikalischen Experimentes haben. Das Resultat muss immerhin nur als ein approximatives gelten. —

Uebereinstimmende Resultate gaben nun die folgenden Versuche, die ich in Kürze beschreibe.

Versuch 2.

2 Anodenplatten von je 400^{cs} auf Rücken und Bauch zur Verminderung des Leitungswiderstandes.

Kathode 3^{cs} auf den linken Medianus am Handgelenk. — Galvanisch erreicht man die erste KSZ mit 5 El., resp. 7 Volts und eine Stromstärke von 1,4 Milliampère, woraus sich ein Widerstand von circa 5000 Ohms ergibt. — Die minimale Zuckung tritt auf bei:

Spannung.		Capacität.		Quantität.	
70	Volts	0,007	Microfarad	0,490	Microcoulomb
63	„	0,008	„	0,504	„
56	„	0,009	„	0,504	„
49	„	0,011	„	0,539	„
42	„	0,013	„	0,546	„
35	„	0,016	„	0,560	„
28	„	0,021	„	0,588	„
21	„	0,031	„	0,651	„
14	„	0,077	„	1,078	„
9,8	„	1,000	„	9,800	„

Versuch 2a.

Nach Vollendung des Versuchs 2, geben 5 El. resp. 7 Volts einen Ausschlag von 1,6 Milliampère. Der Widerstand scheint somit etwas gesunken zu sein, auf circa 4375. — Ich schalte Widerstand ein, bis 7 Volts eine Ablenkung von 0,8 M.A. geben, somit ist der Widerstand annähernd verdoppelt und beträgt circa 8750 Ohms. Bei diesem Widerstand erreicht man galvanisch die erste KSZ mit 13 El. resp. 18,2 Volts und eine abgelesene Stromstärke von 2 Milliampères.

$$\text{(Momentaner Widerstand} = \frac{18{,}2 \text{ Volts}}{0.002} = 9100 \text{ Ohms.)}$$

Unter diesen neuen Bedingungen ergibt der Versuch folgende Zahlen.

Die erste Zuckung tritt ein bei:

Spannung.		Capacität.		Quantität.	
70	Volts	0,009	Microfarad	0,630	Microcoulomb
63	„	0,011	„	0,693	„
56	„	0,013	„	0,728	„
49	„	0,016	„	0,784	„
42	„	0,023	„	0,966	„
35	„	0,040	„	1,400	„
28	„	0,110	„	3,080	„
21	„	0,950	„	19,950	„
19,6	(14 Elem.)	1,000	„	19,600	„

Auch in diesem Versuch zeigt sich dieselbe Erscheinung, die zunehmende Quantität bei abnehmender Voltspannung.

In Versuch 2 war das Verhältniss der Quantität bei 70 und 35 Volts 0,490 : 0,560 = 1 : 1,142. In Versuch 2a (Verdoppelung des Widerstandes) war das Verhältniss 0,490 : 0,630 = 1 : 1,230, ebenfalls eine genügende Uebereinstimmung.

Versuch 2b.

Nach Beendigung der Versuche 2 und 2a geben 7 Volts 0,7 Milliampère. Der Widerstand beträgt also circa 10000 Ohms. Ich bringe ihn auf circa 20000 Ohms. Die erste KSZ tritt ein bei:

Spannung.		Capacität.		Quantität.	
70	Volts	0,026	Microfarad	1,820	Microcoulomb
63	„	0,032	„	2,016	„
56	„	0,058	„	3,248	„
49	„	0,106	„	5,194	„
42	„	0,715	„	30,030	„
39,2	„	1,000	„	39,200	„

In Versuch 2a, bei Verminderung der Voltspannung auf die Hälfte ihres Werthes, sind die erforderlichen Quantitäten 0,630 : 1,400 = 1 : 2,222.

Im Versuch 2b, bei Verdoppelung des Widerstandes, ist das Verhältniss 0,630 : 1,820 = 1 : 2,888.

Versuch 3.

Anode 100$^{c^2}$ auf Nacken. Kathode 3$^{c^2}$ auf den linken Medianus am *Handgelenk*. Versuchsperson 23 j. Mann. Grosser Leitungswiderstand. 7 Volts ergaben am Galvanometer nur 0,25 Milliampère.

R somit circa 28000 Ohms. Erste KSZ, galvanisch bei 11 Elementen resp. 15,4 Volts. Bei dieser Elementenzahl ist der anfängliche Widerstand schon gesunken, die Stromstärke ist 1,3 Milliampère, R = 11846.

Bei diesem grossem Widerstand tritt die minimale KSZ ein bei:

Spannung.		Capacität.		Quantität.	
70	Volts	0,012	Microfarad	0,840	Microcoulomb
63	„	0,014	„	0,882	„
56	„	0,017	„	0,952	„
49	„	0,022	„	1,178	„
42	„	0,026	„	1,092	„
35	„	0,032	„	1,120	„
28	„	0,087	„	2,436	„
21	„	0,180	„	3,780	„
18,2	„	0,990	„	18,180	„

Nach dem Versuch geben 7 Volts 0,4 Milliampère, R = 17500.

Die Beobachtung war in diesem Versuch etwas schwierig, die Muskelcontraction war nicht so deutlich, nicht so leicht auf das Minimum zu reduciren. Daher zeigen die Zahlen Unregelmässigkeiten. Doch tritt auch hier die Thatsache heran, dass bei sinkender Spannung die Quantität erheblich zunehmen muss. Zugleich erhellt aus diesem Versuch recht deutlich die Schwierigkeit, über den Widerstand sichere Angaben zu machen. Derselbe lässt sich am besten galvanisch bestimmen. Galvanische Ströme vermindern aber, wie erwähnt, den Leitungswiderstand. So war bei 5 Elementen der Widerstand circa 28000, während er bei 11 Elem. nur noch 11846 betrug! Condensatorenentladungen wirken auch im gleichen Sinne, aber in viel geringerem Grade.

Versuch 4.

Anode 100$^{c^2}$ auf Nacken. Normale Kathode auf meinem linken Medianus am Handgelenk. Galvanometerausschlag bei 7 Volts = 0,6 Milliampère. R = 11666 Ohms. Galvanisch 1te KSZ mit 9 Elem. = 12,6 Volt.

Die Condensatorentladung gibt nun die 1te KSZ bei:

Spannung.		Capacität.		Quantität.	
70	Volts	0,007	Microfarad	0,490	Microcoulomb
63	„	0,008	„	0,504	„
56	„	0.009	„	0,504	„
49	„	0,011	„	0,539	„
42	„	0,013	„	0,546	„
35	„	0,017	„	0,595	„
28	„	0,024	„	0,672	„
21	„	0,040	„	0,840	„
14	„	0,180	„	2,520	„
12,6	„	0,480	„	6,048	„

Nach dem Versuch geben 7 Volts 0,7 M. A. R circa 10,000 Ohms.

Versuch 4 a.

Alle Bedingungen gleich, nur R = 20000 Ohms.

Spannung.	Capacität.	Quantität.
70 Volts	0,011 Microfarad	0,770 Microcoulomb
63 „	0,013 „	0,819 „
56 „	0,016 „	0,896 „
49 „	0,021 „	1,029 „
42 „	0,032 „	1,344 „
35 „	0,074 „	2,590 „

Die Quantitäten verhalten sich bei R = 10000 (Versuch 4) und R = 20000 (Versuch 4 a)

bei 70 Volt wie 1 : 1,571
„ 63 „ „ 1 : 1,625
„ 56 „ „ 1 : 1,777
„ 49 „ „ 1 : 1,999
„ 42 „ „ 1 : 2,461
„ 35 „ „ 1 : 4,368

Bei Versuch 4 war das Verhältniss bei Verminderung der Voltspannung auf 35 wie 1 : 1,214.

Bei Verdoppelung des Widerstands wie 1 : 1,571.

Versuch 5.

Doppelte Anode auf Brust und Bauch. 800 c^2. Kathode auf Medianus. 5 El. = 1,4 MA., R = 5000 Ohms.

Die Entladung gibt die 1te KSZ bei:

Spannung.	Capacität.	Quantität.
70 Volts	0,007 MF	0,490 MC
63	0,008	0,504
56	0,009	0,504
49	0,011	0,539
42	0,010	0,546
35	0,017	0,595
28	0,025	0,700
21	0,045	0,945
14	0,122	1,708
12,6 (9 El.)	0,990	12,470

Versuch 5 a.

R = 10000 Ohms. Sonst alles gleich geblieben.

Spannung.		Capacität.	Quantität.
70 Volts		0,010 MF	0,700 MC
63		0,013	0,819
56		0,017	0,950
49		0,021	1,029
42		0,030	1,260
35		0,057	1,995
28		0,140	3,920
23,8	(17 El.)	0,990	23,562

Versuch 5 b.

R = 20000 Ohms.

Spannung.		Capacität.	Quantität.
70 Volts		0,022 MF	1,540 MC
63		0,031	1,953
56		0,057	3,192
49		0,101	4,949
42		0,671	28,182
40,6	(29 El.)	0,990	40,194

Verhältniss der erforderlichen Quantitäten bei:

	5000	10000	20000 Ohms
für 70 Volts	1 :	1,428 :	3,142
63	1 :	1,625 :	3,875
56	1 :	1,884 :	6,333
49	1 :	1,909 :	9,181
42	1 :	2,307 :	51,615

Versuch 6.

Anode 100^{c^2} an Nacken. Normale Kathode auf dem motorischen Punkte des Ulnaris oberhalb des Ellenbogens. 1^{te} KSZ galvanisch bei 7 Volts und 1,6 MA. R = 4370. Ich bringe ihn durch Rheostat auf 5000, so dass nun 6 El. resp. 8,4 Volts die Zuckung geben. Die Condensatorentladung gibt die minimale KSZ bei:

Spannung.	Capacität.	Quantität.
70 Volts	0,008 MF	0,560 MC
63	0,009	0,567
56	> 0,010 < 0,011	> 0,560 < 0,616
49	0,012	0,588
42	0,015	0,630
35	0,019	0,665
28	0,026	0,728
21	0,042	0,882
14	0,113	1,582
9,8	0,990	9,702

Nach dem Versuch ist R = 3888 Ohms.

Ich bringe ihn auf 7776 Ohms. Nun wirkt der Condensator bei:

Spannung.	Capacität.	Quantität.
70 Volts	0,011 MF	0,770 MC
63	0,013	0,819
56	0,016	0,896
49	0,020	0,980
42	0,025	1,050
35	0,038	1,330
28	0,074	1,924
21	0,174	3,696
16,8	0,990	16,632

Ich bringe den Widerstand auf circa 15552 Ohms.

Spannung.	Capacität.	Quantität.
70 Volts	0,021 MF	1,470 MC
63	0,026	1,638
56	0,036	2,016
49	0,056	2,744
42	0,095	3,990
35	0,255	8,925
30,8	0,990	30,492

Bei diesem Versuch, wo anfangs der Widerstand nur 5000 Ohms beträgt, erweist sich die Graduation des Condensators in Tausendstel als ungenügend. Wenn bei der Spannung 56 Volts die Capacität 0,010 beträgt, so tritt die Zuckung wohl hie und da ein, aber selten, nicht bei jeder Schliessung. *Da wir nur die bei jedem Schluss auftretende Zuckung als die minimale anerkennen,* so ist die Capacität 0,010 MF zu klein. Bei der Capacität 0,011 ist aber die Zuckung sofort stark. Ein in $^1/_{10000}$ eines Microfarad getheilter Condensator wäre zur genauen Graduation erforderlich.

Versuch 7.

Anode 100$^{c^2}$ auf Nacken. Kathode am Ulnaris oberhalb des Ellenbogens. Nerv wird sehr gut getroffen, so dass die erste KSZ galvanisch mit 6 Elem. resp. 8,4 Volts und 0,65 MA eintritt. Doch ist der Widerstand erheblich. 7 Volts geben 0,5 MA. R = 14000 Ohms.

Die Zuckung tritt ein bei:

Spannung.	Capacität.	Quantität.
70 Volts	0,006 MF	0,420 MC
63	0,007	0,431
56	0,008	0,448
49	0,009	0,441
42	0,010	0,420
35	0,013	0,455
28	0,019	0,532
21	0,035	0,735
14	0,081	1,134
9,8	0,990	9,702

In diesem Versuch ist die regelmässige Zunahme der Quantität nicht deutlich; die Berechnung ergibt sogar Verminderung der Quantität bei Sinken der Voltspannung von 56 auf 49 und 42. Sicherlich sind diese Unregelmässigkeiten nur die Folge der ungenügenden Theilung des Condensators. Die Thatsache fiel der Versuchsperson (cand. med.) sofort auf. Bei allen Capacitäten von 0,006 bis 0,010 war dieser Mangel fühlbar. Bei 0,006 und 70 Volts war die Contraction ziemlich stark, bei 0,005 blieb sie aus; hätte man bis auf $^1/_{10000}$ graduiren können, so wäre die wirksame Capacität zwischen 0,005 und 0,006 gewesen u. s. w.

Die Theilung in $^1/_{1000}$ Microfarad zeigt sich namentlich da ungenügend, wo der Nerv sehr gut getroffen wird, wo geringe Stromstärke, resp. geringe Quantität zur Erregung genügt. Nach dem Versuch geben 7 Volts 0,7 Milliampère. Der Widerstand beträgt nun 10000. Ich bringe ihn auf 20000.

Die Zuckung tritt nun ein bei:

Spannung.	Capacität.	Quantität.
70 Volts	0,011 MF	0,770 MC
63	0,013	0,819
56	0,018	1,008
49	0,022	1,078
42	0,025	1,050
35	0,037	1,195
28	0,085	2,380
21	0,350	7,350
18,2 (13 Elem.)	0,990	18,018

Die Nothwendigkeit einer noch feineren Eintheilung des Condensators ergibt sich auch im Versuch 8, wo der Nerv ebenfalls sehr gut getroffen wurde und auf sehr kleine Quantitäten reagirte. Desshalb gibt auch die Berechnung der Quantitäten für 56—28 Volts annähernd gleiche Zahlen. In folgendem Versuch 8 ist auch im Vergleich die Wirkung der Anode geprüft. Es zeigt sich, *dass die Anodenschliessungszuckung erst bei grösseren Quantitäten eintritt als die Kathodenschliessungszuckung.*

Versuch 8.

Anode 100^{qc} am Nacken. Kathode am Ulnaris am Ellenbogen. Die erste KSZ, resp. ASZ tritt ein bei

	KSZ	ASZ	KSZ	ASZ
70 Volts	0,004 MF	—	0,280 MC	—
63	0,005	—	0,315	—
56	0,006	0,008	0,336	0,448
49	0,007	0,009	0,343	0,441
42	0,008	0,010	0,336	0,420
35	0,010	0,012	0,350	0,420
28	0,012	0,016	0,336	0,448
21	0,019	0,028	0,399	0,588
14	0,039	0,084	0,546	1,176
8,4	0,990		8,316	

Wie leicht ersichtlich, wirkt die Anode schwächer. Bei gleicher Voltspannung muss für die Anode die Capacität, resp. Quantität grösser sein. Die Verhältnisse sind

für 56 Volts 0,336 : 0,448 = 1 : 1,333
„ 49 „ 0,343 : 0,441 = 1 : 1,285
„ 42 „ 0,336 : 0,420 = 1 : 1,250
„ 35 „ 0,350 : 0,420 = 1 : 1,200
„ 28 „ 0,336 : 0,448 = 1 : 1,333
„ 21 „ 0,399 : 0,588 = 1 : 1,476
„ 14 „ 0,546 : 1,176 = 1 : 2,153

Versuch 9.

Anode 100^{qc} auf Nacken. Kathode auf motorischen Punkt des Facialis. 7 Volts = 1,6 MA. R = 4666 Ohms. Die erste KSZ tritt ein bei:

Spannung.	Capacität.	Quantität.
70 Volts	0,013 MF	0,910 MC
63	0,014	0,882
56	0,016	0,896
49	0,018	0,882
42	0,022	0,924
35	0,028	0,980
28	0,045	1,260
21	0,085	1,785
14	0,500	7,000

Der Versuch 9 ist als ein nicht ganz gelungener zu bezeichnen. Es ist am Facialis der Versuchsperson schwer die minimale Zuckung zu beobachten, sichere Zahlen zu bekommen.

Versuch 10.

Hysterie ohne Veränderungen der electrischen Erregbarkeit. Anode 100^{cc} zwischen den Schulterblättern. Stintzing's normale Kathode an N. peroneus links.

Die Condensatorentladung wirkt bei:

Spannung.	Capacität.	Quantität.
70 Volts	0,010 MF	0,700 MC
63	0,011	0,693
56	0,013	0,728
49	0,015	0,735
42	0,017	0,714
35	0,023	0,805
28	0,032	0,896
21	0,059	1,239
14	0,240	3,360

Versuch 11.

Doppelte Anode auf Brust und Bauch. 800^{cc}. Kathode auf Medianus. 7 Volts = 0,5 MA. R = 14,000 Ohms. 1te KSZ resp. ASZ bei

	KSZ	ASZ	KSZ	ASZ
56 Volts	0,009 MF	0,014 MF	0,504 MC	0,784 MC
49	0,010	0,015	0,490	0,735
42	0,012	0,019	0,504	0,798
35	0,014	0,025	0,490	0,875
28	0,019	0,050	0,532	1,400
21	0,050	0,085	1,050	1,785
14	0,095	0,440	1,330	6,160

Mit 5 El. = 7 Volts tritt keine Zuckung ein, weder mit 7 Microfarads, noch galvanisch. Die erste KSZ tritt galvanisch auf bei 7 El. = 9,8 Volts. Die Anode wirkt deutlich schwächer. Bei Capacität = 0,050 muss die Spannung 28 Volts für die Anode betragen, während die Kathode schon bei 21 Volts die Zuckung gibt. Die Quantitäten müssen für die Anode grösser sein. Die Verhältnisse sind

für	56	Volts	0,504	:	0,784	= 1 : 1,484
„	49	„	0,490	:	0,735	= 1 : 1,500
„	42	„	0,504	:	0,798	= 1 : 1,583
„	35	„	0,490	:	0,875	= 1 : 1,785
„	28	„	0,532	:	1,400	= 1 : 2,631
„	21	„	1,050	:	1,785	= 1 : 1,700
„	14	„	1,330	:	6,160	= 1 : 4,631

Ich verzichte darauf, alle zahlreichen, in dieser Weise angestellten Versuche zu beschreiben. Sie geben alle, abgesehen von einigen Versuchsfehlern, ganz analoge Resultate. Es lassen sich aus diesen Versuchen folgende Schlüsse ziehen.

1. Der Nerv, resp. Muskel des Menschen, reagirt auf sehr geringe Quantitäten, die bei Voltspannungen von 35 bis 70 kaum einen $^1/_2$ Microcoulomb übersteigen.

2. Die gleiche minimale Zuckung kann auch mit geringer Voltspannung erreicht werden, wenn die Capacität resp. Quantität eine grössere wird. Soll das Sinken der Spannung compensirt werden und die gleiche minimale Zuckung erzielt werden, so muss der Condensator mit grösseren Quantitäten geladen werden. Diese Zunahme der Quantität ist in allen Versuchen unverkennbar, sie ist aber für höhere Voltspannung gering, so dass in Folge kleiner Versuchsfehler, bei ungenügend feiner Theilung des Condensators, annähernd gleiche Zahlen herauskommen. Doch sind diese Unregelmässigkeiten nicht gross und namentlich bei niederer Voltspannung tritt die Nothwendigkeit deutlich hervor, *die Quantität erheblich zu vermehren, wenn die minimale Zuckung erreicht werden soll.* Darüber lassen die Versuche keinen Zweifel. —

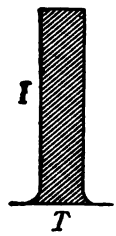
Deutlich ist auch das Vorwiegen der Kathode. Die Anode wirkt gewöhnlich erst bei einer höheren Quantität, die sich zur Quantität für die Kathode, ungefähr wie 1,5 zu 1 verhält. Wenn wir das Resultat in der Weise ausdrücken, dass Sinken der Voltspannung durch Steigen der Quantität compensirt ist, so berücksichtigen wir dabei den

Widerstand nicht. Die Versuche zeigen aber, was auch a priori sicher war, dass Einschaltung von Widerständen in gleicher Weise wirkt wie Sinken der Voltspannung. Bei doppeltem Widerstand muss auch die Quantität steigen, soll die Wirkung constant bleiben.

Ich suchte nun die Thatsache allgemeiner auszudrücken und sagte: Wenn die Intensität der Entladung sinkt, so kann dieses Sinken durch längere Dauer der Entladung compensirt werden und die Wirkung bleibt die gleiche. Ich benutze bei dieser Erklärung die Formel der dynamischen Quantität $Q = IT$. Physikalisch ist dies nicht statthaft, weil eine Condensatorentladung eine ganz andere Curve hat wie ein kurzdauernder constanter Strom.

Ein galvanischer Strom von der Spannung E, auf einen Widerstand R geschlossen, erreicht nach der kurzen Zeit des variablen Zustandes die $I = \frac{E}{R}$ und bleibt auf dieser Intensität während der ganzen Schliessungszeit. Wird der Strom im metallischen Theil der Kette unterbrochen, so fällt die Intensität plötzlich auf 0.

Fig. 7.



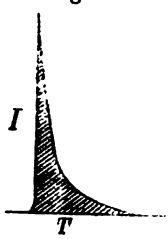
Die Curve eines solchen kurz dauernden galvanischen Stromes ist, wie Fig. 7 zeigt, bei welcher die Ordinate die Intensität I, die Abscisse die Zeit T, repräsentirt. — Die Quantität ist genau das Product aus $I \times T$.

Nur auf diesen Fall eines wirklich constanten Stromes, nach Ablauf der Periode des variablen Zustandes, passt die Formel der dynamischen Quantität $Q = IT$.

Ganz anders gestaltet sich aber die Curve einer Condensatorentladung. Wir haben es hier mit einer abgemessenen Electricitätsmenge zu thun, welche, bei der Entladung sich selbst überlassen ist, sich unter ihrem eigenen Druck entlädt. Hier ist nicht, wie beim galvanischen Strom, dafür gesorgt, dass die Spannung erhalten bleibt, dass die abgelaufene Menge sofort ersetzt werde. Der Condensator ist vergleichbar mit einem Wassergefäss, welches eine bestimmte Menge Flüssigkeit enthält. Vergegenwärtigen wir uns, was bei einer solchen Vorrichtung geschieht, wenn durch Oeffnen des Hahnes A, Fig. 5, der Flüssigkeit freien Lauf gelassen wird. Im ersten Augenblick fliesst das Wasser unter dem hohen Druck der *ganzen* Wassersäule sehr rasch ab. Sobald ein Theil davon abgelaufen ist, so ist der Druck geringer. Die Geschwindigkeit des Stromes nimmt ab, es fliesst in der Zeiteinheit weniger ab. Je mehr Wasser abfliesst, desto geringer ist der Druck; der Strom wird von Moment zu Moment langsamer, seine Intensität nimmt ab.

Vollkommen gleich sind die Verhältnisse bei der Entladung eines Condensators. Er enthält eine bestimmte Menge Electricität Q, von bestimmter Spannung E. Bei der Entladung wird folglich die Intensität die der $\frac{\text{Voltspannung}}{\text{Widerstand}}$ entsprechende Höhe erreichen, wie bei einem galvanischen Strom der gleichen Spannung. Unter diesem Druck fliesst eine gewisse Menge Electricität ab. Die Spannung ist nun eine geringere, und während in der ersten Zeiteinheit z. B. die Hälfte der Ladung abfloss, fliesst jetzt nur circa $^1/_3$ heraus, später $^1/_4$ etc. Die Curve einer Condensatorentladung ist eine Differenzialcurve. *Der Gipfel derselben ist auf gleicher Höhe, wie beim galvanischen Strome derselben Spannung auf den gleichen Widerstand fliessend.* Während aber beim letztern die Intensität constant bleibt, sinkt sie bei der Condensatorenladung mit jedem Augenblick und zwar immer langsamer. Die Curve fällt asymptotisch zur Abscisse wie Fig. 8 zeigt.

Fig. 8.



Für diese Curve passt die Formel der dynamischen Quantität Q = IT nicht. Die Quantität einer Entladung ist $Q = \int I\,d\,T$. Von *Intensität* im eigentlichen Sinne wird bei Entladungen nicht gesprochen, weil dieselbe mit jedem Augenblicke abnimmt. Doch können wir von einer *initialen Intensität* reden, welche nach der Ohm'schen Formel $I = \frac{E}{R}$ berechnet werden kann.

Aus diesem Werth $Q = \int I\,d\,T$ lässt sich nun T nicht in einfacher Weise wie aus Q = IT berechnen, und doch war mir sehr viel daran gelegen, nicht nur die Quantität in Microcoulombs zu kennen, sondern auch zu einer annähernden Bestimmung der *Dauer der Entladung* in Bruchtheilen der Secunde zu kommen.

Eine Methode. die Dauer der Entladung T zu berechnen, fand ich. nach längerem Suchen, in dem ausgezeichneten Werke von Kempe (französische Uebersetzung: Traité élémentaire des mesures électriques. Paris 1885.) Es ist die Siemens'sche Methode für die Bestimmung der electrostatischen Capacität von Condensatoren und Kabeln. Wir übersetzen aus dem Werke von Kempe: „Das Prinzip dieser Methode ist, die Geschwindigkeit zu bestimmen, mit welcher ein Condensator von unbekannter Capacität sich durch einen bekannten Widerstand entlädt; die Capacität lässt sich dann durch die weiter zu entwickelnde Formel bestimmen.

Ausgedrückt wird bei diesem Problem:
die Capacität in Farads, resp. Microfarads,
der Widerstand in Ohms,
die Quantität in Coulombs, resp. Microcoulombs,
die Zeit in Secunden,
das Potential in Volts.

Setzen wir voraus, der Condensator habe eine Capacität von F Farads und sei geladen auf das Potential V Volts; er enthält $Q = VF$ Einheiten der Elektricitätsmenge, d. h. Q Coulombs. Nehmen wir an, dass er sich, während 1 Secunde, auf einen Widerstand von R Ohms entlade.

Die im Anfang im Condensator enthaltene Electricitätsmenge ist Q Einheiten.

Denken wir uns eine sehr kurze Zeit t; wir können annehmen, dass während dieser kurzen Zeit der Strom ein constanter sei. Dies ist nicht mathematisch richtig, denn die Intensität sinkt beständig, je kleiner aber der Werth t ist, desto richtiger sind die Resultate.

Man weiss, dass die Menge Electricität, welche aus dem Condensator abfliesst, dem treibenden Potential und der Dauer der Strömung direct proportional ist; sie ist auch dem Widerstand umgekehrt proportional. Diese Quantität kann also ausgedrückt werden durch

$$q = K \frac{Vt}{R},$$

wo K eine zu bestimmende Constante ist.

Nun sind die elektrischen Einheiten so gewählt, dass ein Condensator von der Capacität 1 Farad, geladen auf das Potential 1 Volt, d. h. mit einer Quantität von 1 Coulomb sich in 1 Secunde durch einen Widerstand von 1 Ohm entlädt.

Wenn wir in die Formel setzen: $q = 1$, $V = 1$, $t = 1$ und $R = 1$, so erhält man für die Constante den Werth $K = 1$.

Die in der kleinen Zeit t ausgeflossene Elektricitätsmenge ist also dargestellt durch:

$$\frac{Vt}{R}.$$

Die Quantität, welche nach der Zeit t noch im Condensator zurückbleibt, wird sein:

$$Q - \frac{Vt}{R} = Q - \frac{VFt}{FR} = Q\left(1 - \frac{t}{FR}\right).$$

Um also die Menge zu bestimmen, welche nach dem Zeittheil t im Condensator bleibt, müssen wir die Anfangsquantität durch den Factor $1 - \frac{t}{FR}$ multipliciren.

Die Regel ist eine allgemeine. Am Ende des zweiten Zeittheiles t ist die im Condensator bleibende Quantität:

$$\left[Q\left(1 - \frac{t}{FR}\right)\right]\left(1 - \frac{t}{FR}\right) = Q\left(1 - \frac{t}{FR}\right)^2.$$

Am Ende des n^{ten} Zeitintervalles ist die noch bleibende Quantität:

$$q = Q\left(1 - \frac{t}{FR}\right)^n.$$

Wir setzen voraus, dass die Summe dieser n Zeitintervalle sei $= T$, somit $nt = T$.

Man kann nun schreiben:

(1) $$q = Q\left(1 - \frac{T}{nFR}\right)^n.$$

Wir haben aber gesehen, dass, je kleiner die Zeit t ist, desto exacter unsere Resultate sind. Wenn wir also t unendlich klein setzen, indem wir n unendlich gross nehmen, so dass das Produkt nt constant und $= T$ bleibe, so ist der Werth der im Condensator nach der Zeit T bleibenden Menge gegeben durch die Formel (1), wo $n = \infty$.

Um q zu berechnen, setzen wir:

$$\frac{T}{nFR} = -\frac{1}{x},$$

Das ergibt $x = \infty$ für $n = \infty$.

Man zieht daraus $n = -\frac{Tx}{FR}$, und indem wir in (1) substituiren, so bekommt man:

$$q = Q\left[\left(1 + \frac{1}{x}\right)^x\right]^{-\frac{T}{FR}},$$

wo $x = \infty$.

Was aber in Klammern steht, hat als Grenzwerth die Basis e der natürlichen Logarithmen. Wir erhalten somit:

$$\frac{q}{Q} = e^{-\frac{T}{FR}}.$$

Man zieht daraus durch Einsetzen der natürlichen Logarithmen der zwei Glieder:

$$\frac{T}{FR} = \log_e \frac{Q}{q}, \text{ woraus } F = \frac{T}{R \log_e \frac{Q}{q}}$$

Wenn wir aber mit v das der Quantität q entsprechende Potential bezeichnen, so haben wir:

$$\frac{Q}{q} = \frac{VF}{vF} = \frac{V}{v}$$

Die Formel ist nun:

$$(2) \qquad F = \frac{T}{R \log_e \frac{V}{v}} = \frac{T}{2{,}303\ R \log \frac{V}{v}},$$

in welcher 2,303 das constante Verhältniss der natürlichen zu den gemeinen Logarithmen darstellt. Die Formel (2) kann natürlich verschiedene Formen annehmen, je nach der zu bestimmenden Unbekannten.“ —

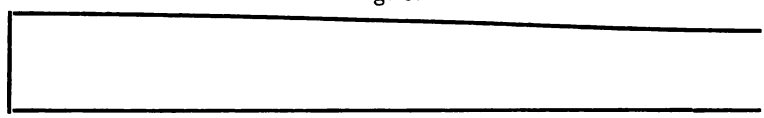
In unserm speziellen Falle ist T unbekannt. Unsere Formel ist also:

$$T = 2{,}303 \times F \times R \log \frac{V}{v}.$$

Einer allfälligen Einwendung möchte ich hier begegnen.

Der Techniker, der die Kempe'sche Formel, zur Bestimmung der Capacität eines Condensators oder Kabels anwendet, entlädt denselben auf ganz enorme Widerstände, z. B. auf 500 Megohms = 500 Millionen Ohms. In Folge dessen ist die Dauer der Entladung eine ganz enorme, sie dauert Minuten. Die Curve ist eine langgestreckte, wie Fig. 9 zeigt.

Fig. 9.



Man könnte sich nun fragen: Hat die Formel, die für diese langgezogene Curve passt, noch ihre Berechtigung bei der viel steileren Curve der Fig. 8. Es wäre dies unbedingt nicht der Fall, wenn wir die Zeit der Entladung nur in sehr viele, sehr kleine Zeitintervalle getheilt hätten, z. B. in 1000000 Zeittheilchen. Möglicherweise erhielten wir noch bei diesem Verfahren approximative Werthe für die

langgezogene Curve, die einem constanten Strom ähnlich ist. Dagegen wäre das Resultat für die steile Curve absolut unrichtig. Wir haben aber die Zeit der Entladung in unendlich kleine Zeitintervalle getheilt. Der Begriff ∞ ist in der Formel aufgenommen. Somit gilt die Formel sowohl für die steile Curve wie für die langgezogene.

Wir können somit die Dauer einer Condensatorentladung berechnen durch die Formel:

$$T = 2{,}303 \times F \times R \log \frac{V}{v}.$$

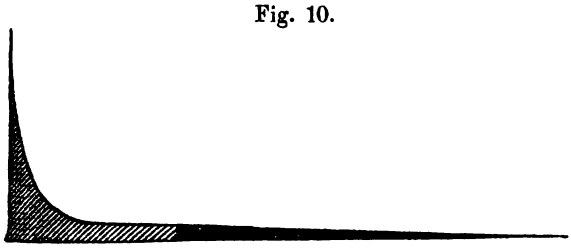
Da die Capacität in Microfarads, resp. $^1/_{1000}$ Microfarad, der Widerstand in Ohms ausgedrückt ist, so ergibt sich die Dauer in Millionteln einer Secunde. Wenn wir nun mittelst dieser Formel die ganze Dauer T der Entladung bestimmen wollen, d. h. die Zeit, die vergeht, bis das Potential auf 0 gesunken ist, so erhalten wir, wenn wir $v = 0$ setzen, den Quotienten $\frac{V}{0} = \infty$. Folglich ist $T = 2{,}303 \times F \times Q \log \infty = \infty$.

T ist unendlich; die Dauer der Entladung ist unendlich; ein Condensator kann sich nicht vollständig entladen. Dieses, durch die Formel gegebene Resultat ist auch a priori zu erwarten. Wir haben ja schon gesagt, dass die Curve einer Condensatorentladung asymptotisch zur Abscisse fällt. Ein Condensator, der einmal geladen wurde, kann sich nie ganz entladen, ebenso wenig wie ein Wassergefäss sich unter dem Drucke der Wassersäule ganz entleeren kann.

Anfangs fliesst unter hohem Druck eine grosse Menge ab, z. B. die $^1/_2$, später $^1/_3$, $^1/_4$, $^1/_5$ etc. Es ist ein Theilungsprocess, welcher bis in's Unendliche geführt werden kann.

Die Berechnung der Gesammtdauer einer Condensatorentladung ergibt mathematisch, dass diese Dauer in allen Fällen, bei grosser oder kleiner Capacität, enorm grossem oder verschwindend kleinem Widerstand unendlich ist. —

Fig. 10.



Und doch sagt der Physiker, der einen Condensator mit einem Galvanometer in Verbindung bringt und keinen Anschlag wahrnimmt, dass der Condensator entladen sei.

Die in demselben noch zurückgebliebene Electricitätsmenge ist so klein, hat so geringes Potential, dass sie keine Wirkung mehr ausübt.

Ohne es wörtlich auszudrücken, betrachtet also der Fachmann einen Theil der Curve, den Schwanz, möchte ich sagen, als unwirksam. In der Fig. 10 ist dieser unwirksame Theil schwarz aufgetragen.

Wenn der Physiker stillschweigend die Curve der Entladung, factisch in 2 Abschnitte, einen *wirksamen,* der im Stande ist, die Galvanometernadel abzulenken, und einen *unwirksamen* theilt, so sind wir wohl berechtigt, in gleicher Weise zu verfahren. Da aber der menschliche Nerv, trotz seiner grossen Reizbarkeit, immerhin viel träger ist als ein Thomson'sches Galvanometer, so wird der *unwirksame Theil* unserer Curve weit grösser ausfallen. Zeigen wir dies an einem practischen Beispiel, nach Versuch 2.

Bei einem Totalwiderstand von circa 5000 Ohms gelang es mir an jenem Tage, durch Reizung meines Nervus medianus am Handgelenk die erste deutliche Kathodenschliessungszuckung zu erreichen mit einer Stromstärke von 1,4 Milliampères und 5 Leclanchés, d. h. circa 7 Volts. Jede Verminderung der Elementenzahl, jede Vermehrung des Widerstandes brachte die Zuckung zum Verschwinden.

Sicher ist, dass an jenem Tage, unter den erwähnten Bedingungen der Nerv auf den Strom von 4 Leclanchés, d. h. $\frac{5{,}6 \text{ Volts}}{5000 \text{ Ohms}} = 1{,}1$ MA in keiner Weise reagirte.

Fig. 11.

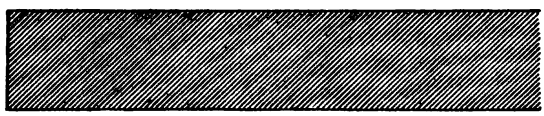
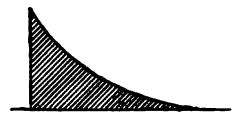


Fig. 12.



Zeichnen wir die Curve dieses constanten Stromes von $\frac{5{,}6 \text{ Volts}}{5000 \text{ Ohms}}$, indem wir die Voltspannung resp. Intensität als Ordinate, die Zeit als Abscisse auftragen. Fig. 11.

Dieser Strom, dessen Quantität ich beliebig durch längere Schliessungsdauer vergrössern kann, wirkt trotzdem nicht, weil er nicht die *nöthige Geschwindigkeit*, die *erforderliche Intensität* hat. *In diesem Falle fliesst also eine relativ grosse Menge Electricität unter dem ansehnlichen Druck von circa 6 Volts ab, ohne irgend eine Wirkung auf den Nerv auszuüben. Diese Quantität geht physiologisch verloren.*

Wenn, wie nachgewiesen, 6 Volts bei galvanischem Verlauf des Stromes, d. h. mit sozusagen unbegrenzter Quantität, nicht wirken, so wird auch die Condensatorentladung bei 6 Volts und rasch sinkender Intensität auch nichts bewirken. Fig. 12.

Wir sind berechtigt, die Entladung eines beliebigen Condensators als unwirksam zu betrachten, vom Momente an, wo die Spannung nur 6 Volts beträgt. Unter diesem Potential entlädt sich die noch zurückgebliebene Electricitätsmenge mit zu geringer Intensität, sie übt auf den Nerv keine Reizwirkung mehr.

In der folgenden, nach Formel $T = 2{,}303 \times F \times R \log \frac{V}{v}$ berechneten Entladungsdauer nehme ich als untere Grenze des wirksamen Potentials 5 Volts: $v = 5$ Volts. Die *Dauer der Entladung* ist die Zeit, welche vergeht bis das Potential von der Anfangshöhe auf das unwirksame Potential 5 Volts gesunken ist. Wählen wir zu dieser Berechnung den Versuch 2 bei einem Widerstand von 5000 Ohms. Die Entladung des Condensators von der Capacität 0,007 Microfarad, geladen auf 70 Volts gab die minimale Zuckung. Setzen wir diese bekannten Grössen in der Formel ein, so haben wir:

$$T = 2{,}303 \times 0{,}007 \times 5000 \log \frac{70}{5}.$$

Die Berechnung ergibt für die Entladung eine Dauer von 92 Milliontel einer Secunde.

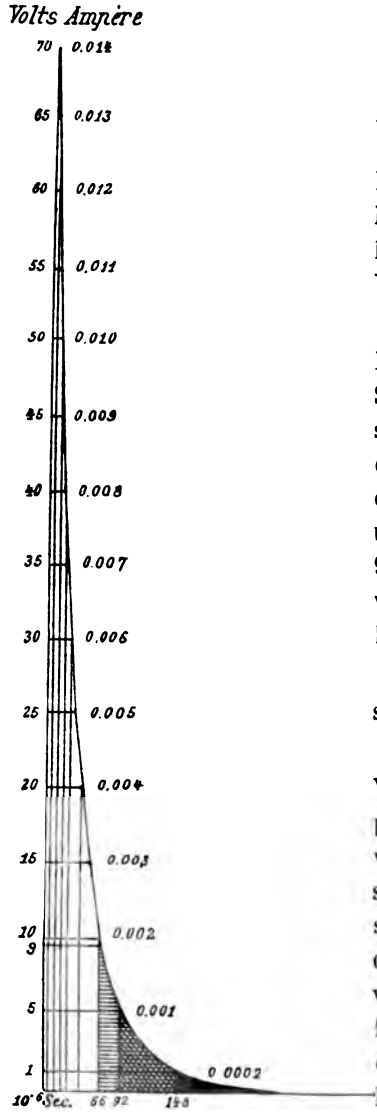
Wir können auch nach dieser Formel die ganze Curve genau construiren, indem wir berechnen, welche Zeit vergeht, bis das Potential successive 65, 60, 55 etc. Volts beträgt.

Wir finden nun, dass das Potential von

						10^{-6} Secunden.
70	auf	65	Volts	fällt	in	2,594
65	„	60	„	„	„	2,801
60	„	55	„	„	„	3,045
55	„	50	„	„	„	3,336
50	„	45	„	„	„	3,688
45	„	40	„	„	„	4,123
40	„	35	„	„	„	4,674
35	„	30	„	„	„	5,396
30	„	25	„	„	„	6,382
25	„	20	„	„	„	7,811
20	„	15	„	„	„	10,070
15	„	10	„	„	„	14,193
10	„	5	„	„	„	24,102
						92,215

Wir können also sagen, dass, bei einem R von 5000 Ohms und Capacität von 0,007 Microfarad eines auf 70 Volts geladenen Condensators, das Potential in der kurzen Zeit von 92 Milliontel Secunden auf das *unwirksame Potential* 5 Volts fällt. — Wenn wir die Dauer als Abscisse, die Potentiale resp. bei Berücksichtigung des Widerstandes die Intensitäten als Ordinate auftragen, so bekommen wir folgende Curve der Entladung Fig. 13. — Die Curve ist in Wirklichkeit noch viel steiler.

Fig. 13.



In der Abscisse entspricht die Milliontel Secunde dem $^1/_{10}$ Millimeter. Sollte die Intensität in gleichem Massstabe aufgetragen werden, so würde die Curve eine Höhe von 1 m. 40 erreichen. Nehmen wir 5 Volts als unwirksames Potential, so ist die Dauer 92 Milliontel Secunde. Setzen wir v = 10 Volts, so ist die Dauer 66 Milliontel.

Berechnen wir bis auf 1 Volt, so ist die Dauer 148 Milliontel Secunde.

Für jeden Versuch muss der Werth des unwirksamen Potentials experimentell bestimmt werden. Es kann vorkommen, dass bei einem Versuch, sei es in Folge grösseren Widerstandes, sei es wegen Mangel an Dichtigkeit, die Zuckung noch nicht auftritt bei viel höherer Voltspannung, z. B. bei 14 . 21 Volts. In diesem Falle muss die Dauer nur bis auf *dieses* Potential berechnet werden.

Berechnen wir die Dauer für jede Voltspannung des Versuchs 2, so bekommen wir folgende Tabelle:

Elem.	Volts.	Microfarads.	Microcoulombs.	Dauer der Entladung.
50	70	0,007	0,490	92 10^{-6} Secunden
45	63	0,008	0,504	101 „
40	56	0,009	0,504	109 „
35	49	0,011	0,539	125 „
30	42	0,013	0,546	138 „
25	35	0,016	0,560	156 „
20	28	0,021	0,588	180 „
15	21	0,031	0,651	222 „
10	14	0,077	1,078	396 „
7	9,8	1,000	9,800	3360 „

Beim ersten Blick scheinen diese Zahlen befriedigend. Bei sinkender *Voltspannung* muss die *Quantität* zunehmen, d. h. bei sinkender *initialer Intensität* muss die *Dauer* der wirksamen Entladung grösser werden.

Doch mit einem Punkte konnte ich mich nicht zufrieden geben. Ich habe schon mehrmals betont, dass bei den verschiedenen Voltspannungen die *minimale Zuckung immer dieselbe war*. Sie war *constant*. Ich erreichte dieses Resultat einfach durch grössere Capacitäten. Wo aber die Wirkung *constant* ist, muss auch in den physikalischen Eigenschaften des Stromes, der Entladung *etwas constant sein*. Ich suchte zunächst diese *Constante* in der Quantität, aber wir haben in allen Versuchen gesehen, dass dieselbe *nicht constant* bleibt, sondern *steigen* muss, wenn die Spannung abnimmt. —

Was ist aber die Quantität Q, die wir durch $C \times V$ bestimmen und in der Tabelle in Microcoulombs ausdrücken? Es ist die *Ladungsquantität*, es ist die Electricitätsmenge, die wir in dem Condensator aufgespeichert haben.

Wird aber diese ganze Quantität zur Hervorrufung der Zuckung verwendet? Offenbar nicht, denn wir wissen, dass auch der galvanische Strom, mit so zu sagen unbegrenzter Quantität nicht wirkt, wenn seine Intensität eine zu geringe ist. Ebenso muss die Entladung physiologisch unwirksam werden, wenn das Potential ungenügend ist, wenn die Entladung unter zu geringem Druck stattfindet. Wir haben 5 Volts als die unwirksame Spannung angenommen; folglich müssen wir überall die *wirksame Quantität* berechnen, indem wir die *unwirksame* von der *Ladungsquantität* subtrahiren.

Bei 70 Volts und 0,007 Microfarad ist die *Ladungsquantität* 0,490 Microcoulomb. Die *unwirksame Menge, die unter zu geringem Druck wirkungslos abfliesst*, ist 5 Volts × 0,007 Microfarad = 0,035 Microcoulomb. Folglich ist die wirklich benutzte Menge 0,490 — 0,035 = 0,455. —

Die *wirksamen Quantitäten* können wir berechnen, wenn wir von der initialen Voltspannung überall 5 Volts subtrahiren. Wir erhalten dann folgende Zahlen:

70 Volts	und	0,007	Microfarad	wirken	bei	einem	wirksamen	Q = 0,455
63 „	„	0,008	„	„	„	„	„	Q = 0,464
56 „	„	0,009	„	„	„	„	„	Q = 0,459
49 „	„	0,011	„	„	„	„	„	Q = 0,440
42 „	„	0,013	„	„	„	„	„	Q = 0,481
35 „	„	0,016	„	„	„	„	„	Q = 0,480
28 „	„	0,021	„	„	„	„	„	Q = 0,483
21 „	„	0,031	„	„	„	„	„	Q = 0,496
14 „	„	0,077	„	„	„	„	„	Q = 0,693!
9,8 „	„	1,000	„	„	„	„	„	Q = 4,800!

Wenn wir von den 2 untern Zahlen absehen, so ist hier die gesuchte *Constante* nicht zu verkennen. Die Zahlen differiren weniger, als man bei einem am Menschen vorgenommenen Versuch hätte erwarten können.

Wir finden im Mittel der 8 ersten Zahlen einen Werth von 0,4697 Microcoulomb oder rund 0,470.

Es fragt sich nun, warum stimmen die 2 untern Zahlen nicht überein? *Sie sind eben nicht richtig, wie folgende Ueberlegung zeigt.*

Zur Berechnung der Dauer, resp. der wirksamen Quantität, bin ich genöthigt, den gewiss ganz berechtigten Begriff der *unwirksamen Quantität* einzuführen. Wenn ich die Entladung von einem gewissen Potential an als wirkungslos bezeichne, so ist dies keineswegs rein hypothetisch. — Ich habe vorher nachgewiesen, dass der *constante Strom* erst wirksam wird bei einem Potential von 7 Volts, dass 6 Volts ungenügend sind. Ist etwa die Curve des galvanischen Stroms, sein *Verlauf* ungünstiger zur Erzielung einer Contraction, als die der Entladung von gleicher Voltspannung? Im Gegentheil, *bei einer gegebenen Voltspannung kann kein Strom eine grössere Wirkung geben, wie der galvanische.* Vorausgesetzt, dass die Schliessung im metallischen Theil, nicht *einschleichend*, stattfindet, so ist der Anstieg der Intensität ebenso steil wie beim Condensator. — Während aber bei

der Entladung *die initiale Intensität* nicht andauert und nur durch den mathematischen Punkt des Gipfels dargestellt ist, bewährt der galvanische seine volle Intensität während der ganzen Schliessungszeit. Der Vergleich der beiden Curven in Fig. 11 und 12 zeigt dies auf's Deutlichste. Eine Condensatorentladung kann niemals eine *grössere* Wirksamkeit entfalten, als der galvanische Strom derselben Voltspannung. Er kann höchstens, wie wir sehen werden, die *gleiche* haben.

Einem allfälligen Einwande möchten wir hier begegnen. Man könnte sich vorstellen, dass bei der Condensatorentladung auch das Aufhören des Stromes, die plötzliche Dichtigkeitsschwankung wirksam ist. Wir können dies in keiner Weise annehmen. Wir sind der Ansicht, dass Aufhören eines Reizes an sich nicht als Reiz wirken kann. Wir sind geneigt, mit Grützner und Tigersted die Oeffnungszuckung galvanischer Ströme als Polarisationserscheinung aufzufassen. Sehen wir aber von jeder Theorie ab. Jeder Electrotherapeut weiss, dass Oeffnungszuckung nur bei einer verhältnissmässig hohen Stromstärke eintritt, dass dieselbe an der Anode eintritt, dass sie eher eintritt, wenn der Strom vorher längere Zeit geschlossen war. Die Oeffnungszuckung tritt nur ein bei länger dauernden Strömen. Sie fällt bei allen Strömen, die den Verlauf einer Entladung haben, Inductionsströmen, Entladungen von Condensatoren und Electrisirmaschinen, weg*). Uebrigens haben wir bei unsern Versuchen die polare Methode angewendet. Die Anode war als indifferente Electrode auf dem Nacken; hätte allenfalls bei einer Condensatorentladung auch eine sogenannte Oeffnungszuckung stattgefunden, so wäre dieselbe an der *Anode* aufgetreten, nicht aber an der differenten Kathode. Die weitern Versuche zeigen, dass *eine Entladung niemals stärker wirken kann, als der galvanische Strom derselben Spannung.* Ist, wie nachgewiesen, der Strom von 4 Leclanchés galvanisch unwirksam, so ist auch jeder Condensator, geladen mit 4 El., unwirksam. *Der im metallischen Theil der Kette plötzlich geschlossene galvanische Strom hat den denkbar günstigsten Verlauf, um die Zuckung auszulösen,*

Ebenso berechtigt ist es, anzunehmen, dass auch eine höher gespannte Entladung, von z. B. 70 Volts, jede Wirksamkeit verliert,

*) Polarisationserscheinungen haben die Physiologen auch bei kurzdauernden aber hochgespannten Strömen beobachtet. Beim Menschen, wo die Nervenreizungen percutan stattfinden, ist dies nicht nachgewiesen. Alle Erfahrungen weisen darauf hin, dass, je kürzer der Strom ist, desto geringer die Polarisation und die allfällig auf Polarisation zurückzuführende Zuckung ausfällt.

wenn das Potential auf ein gewisses Minimum gesunken ist. *Die Schwierigkeit liegt aber in der exacten Bestimmung dieses unwirksamen Potentials.*

Im Versuch 2 habe ich am Anfang des Versuches sicher nachgewiesen, dass beim gegebenen Widerstand, bei der momentanen Lage der Electrode auf den Nerv, der galvanische Strom die erste Zuckung bei 7 Volts gab. Es ist dies ein reines Versuchsresultat, gegen welches nichts einzuwenden ist. Ich begann nun die ganze Versuchsreihe mit dem Condensator in der Annahme, dass der auf 4375 Ohms berechnete Widerstand immer constant bleibe. Ganz richtig ist dies jedenfalls nicht. Galvanische Ströme vermindern den Widerstand ganz erheblich, Entladungen beeinflussen ihn viel weniger. Es ist also ganz gut möglich, dass sich der Widerstand während des immerhin 20 Minuten dauernden Versuchs geändert habe. Namentlich kann ich annehmen, dass bei der Entladung von 9,8 Volts der Widerstand grösser war als für einen Strom von 9,8 Volts; letzterer würde nämlich schon in der Zeit, die nöthig ist, um die Ablenkung abzulesen, den Widerstand vermindert haben. Vielleicht war in diesem Moment das *unwirksame Potential* nicht mehr 7, sondern 9 oder noch mehr. In meiner Berechnung bezeichnete ich willkürlich das Potential 5 Volts als unwirksam. Dadurch habe ich die Fehler enorm vergrössert, und *die Fehler beeinflussen namentlich die letzten Zahlen.* Es ist nothwendig, auf diesen Punkt näher einzugehen. Für die Entladung von 70 Volts und geringer Capacität von 0,007 MF ist es nahezu gleichgültig, ob ich 5, 6, 7 oder 9 Volt als *unwirksames Potential*, als 0 bezeichne. Die wirksame Quantität ist dann 0,455, 0,448, 0,441 und 0,427 Microcoulomb. Für die Entladung von 9,8 Volts ist es aber nicht mehr gleichgültig. Wenn ich 5 Volts als unwirksames Potential annehme, so ist die Quantität $9{,}8 - 5 = 4{,}8 \times 1{,}000 = 4{,}8$ Microcoulombs.

Bei der Annahme von 6 Volts ist sie $9{,}8 - 6 = 3{,}8$
„ „ „ „ 7 „ „ „ $9{,}8 - 7 = 2{,}8$
„ „ „ „ 9 „ „ „ $9{,}8 - 9 = 0{,}800$

Die Unsicherheit in der Bestimmung des *unwirksamen Potentials* übt auf die Berechnung der wirksamen Quantität der hochgespannten Entladung keinen grossen Einfluss, dagegen gibt sie ganz verschiedene Zahlen. 0,800 und 4,8 bei Berechnung der wenig gespannten Entladungen. Aber auch bei der Annahme, dass 9 Volts nicht mehr wirken, ist die berechnete Quantität 0,800 noch zu gross gegenüber der Constante von

0,470. Wir müssten annehmen, dass etwa 9,3 das unwirksame Potential sei. — Diese Annahme kann vielleicht als eine sehr willkürliche angesehen werden. *Ich habe aber bestimmte Gründe anzunehmen. dass sie nicht weit von der Wahrheit bringt und schliesse dies aus folgenden Versuchen.*

Ich war mir bewusst, dass die unteren Zahlen meiner 11 beschriebenen Versuche keinen Anspruch auf Genauigkeit machen können. Zunächst ist die Bestimmung der erforderlichen Capacität nicht sehr exact. Bei den hohen Spannungen und geringen Capacitäten genügt es, 0,001 Microfarad auszuschalten, um die Zuckung zum Verschwinden zu bringen. Bei niederer Spannung und grossen Capacitäten von nahezu 1,0 MF ist es nicht möglich, die Grenze so genau zu finden. Die Wirkung bleibt oft die gleiche, ob C 0,900, 0,950 oder 1,000 betrage. Zur Bestimmung des unwirksamen Potentials wäre es von Vortheil, wenn ich die electromotorische Kraft um wenig, z. B. um 0,1 Volt reduciren könnte. Mit meiner Batterie von Leclanchés ist der Sprung aber immer 1,4Volts. — 5 El. resp. 7 Volts wirken noch als galvanischer Strom, 4 El. resp. 5,6 Volts wirken nicht mehr. Möglicherweise und, sagen wir auch, wahrscheinlicherweise, hätten auch 6,5 nicht mehr gewirkt, wenn ich die electromotorische Kraft um einen halben Volt hätte reduciren können. Es wäre dies durch Einschaltung von Widerständen annähernd möglich, aber auch nie genau, wegen der Wirkung der Ströme auf den Hautwiderstand.

Ich müsste immerhin eine Revision für die untern Zahlen vornehmen und dabei die Frage berücksichtigen:

Bei welcher Capacität gibt ein Condensator die gleiche Zuckung wie der galvanische Strom derselben Spannung? oder in anderer Form: *Bei welcher Dauer erreicht die Entladung die volle Wirkung, welche durch weitere Dauer nicht mehr gesteigert werden kann?*

Zu diesem Zwecke versah ich meine Kathode mit einer Vorrichtung, welche es erlaubte, ohne die Electrode zu verschieben, bald den Condensator bald die Batterie bei gleicher Voltspannung anzuwenden.

Versuch 12.

Anode 100$^{c^2}$ auf Nacken. Normale Kathode auf den linken Medianus am Handgelenk.

5 El. resp. 7 Volts geben am Galvanometer Anfangs 0,8, sogleich aber 0,9 und endlich 1,0 Milliampère. Während dieser kurzen

Application hat sich der Widerstand verändert und war successive 8750, 7666 und 7000 Ohms. Unter diesen Bedingungen suche ich die erste KSZ galvanisch zu erreichen. Sie tritt auf bei 6 El., resp. 8,4 Volts. Der Condensator von 6 Microfarads, geladen mit 8,4 Volts, gibt die *gleiche Contraction wie der galvanische Strom.* Ob nun die Capacität 6 oder 2 Microfarads betrage, das ist gleichgültig. Die Contraction ist augenscheinlich die gleiche. Ich versuche nun wieder mit dem galvanischen Strom und erreiche ebenfalls die *minimale Zuckung* mit 8,4 Volts. Schliesse ich genügend lang, um das gut gedämpfte Galvanometer abzulesen, so ist die Stromstärke 1,5 MA. Dies entspricht einem Widerstand von circa 5600. Nun schaltete ich Widerstand ein, bis die Zuckung wirklich als die *minimale* angesehen werden kann, d. h. bis jede weitere Widerstandseinschaltung sie aufhebt. Ich verlange auch von der sog. minimalen Contraction, dass sie bei *jedem Stromschluss* eintrete. *Dieselbe augenscheinlich gleich starke Contraction erreiche ich aber auch wieder mit dem Condensator von 1 Microfarad geladen auf 8,4 Volts.* In diesem Versuch gibt also der Condensator von 1 MF, geladen mit 8,4 V., d. h. mit einer Quantität von 8,4 Microcoulombs die gleiche Zuckung, wie der galvanische Strom von 8,4 Voltspannung. Vielleicht ist diese Quantität nicht ganz gross genug, indem hie und da die Contraction bei der Condensatorentladung ausbleibt, d. h. auf 10 Schliessungen 8 Mal auftritt. Wenn wir bedenken, dass der galvanische Strom sich den Weg sozusagen bahnt, indem er den Widerstand vermindert, so ist diese Ueberlegenheit des Stromes gegenüber der Entladung begreiflich.

Versuch 13.

Wiederholung des Versuchs 12. Der Nerv wurde aber besser erreicht, so dass ich trotz grösserem Widerstand die Zuckung bei weit geringerer Stromstärke erreichte. 1te KSZ galvanisch mit 7 Volts und 0,6 MA. R = circa 11,666 Ohms.

Die gleiche Contraction erreicht man auch mit dem Condensator von 1 Microfarad, geladen auf 7 Volts. — In beiden Fällen tritt die Contraction nicht immer auf; 9 Mal auf 20 Schliessungen.

Durch Einschaltung von Flüssigkeitswiderständen kommt man zu einem Punkte, wo der galvanische Strom 5 Contractionen auf 20 Schliessungen gibt, während der Condensator 2 auf 20 gibt.

Versuch 14.

Versuchsbedingung gleich. 7 Volts = 0,75 MA. Ich schalte Widerstand ein, bis 7 Volts = 0.70. R also = 10,000 Ohms.

1te KSZ galvanisch bei 6 El. resp. 8,4 Volts
1te KSZ per Condensator „ 6 „ „ 8,4 „ u. 1 Microfarad.

Versuch 15.

Versuchsbedingungen gleich. 7 Volts = 0,85 MA.

R = 8235 Ohms.

1te KSZ galvanisch bei 7 Volts.

1te KSZ per Condensator bei 7 Volts und 0,800 Microfarad.

Mit 4 El. resp. 5,6 Volts ist keine Zuckung zu erzielen, weder galvanisch, noch mit dem Condensator von der grossen Capacität von 7 Microfarad. Mit 7 Volts gibt der Condensator vollkommen die gleiche Zuckung, wie der Strom. Die Sensation ist aber eine andere. Während die Condensatorentladung eine reine Muskelzuckung gibt, hat man beim galvanischen Strom eine stärkere Empfindung, Wärmegefühl und excentrische Empfindung in den Fingern.

In der Annahme, dass ein Condensator von 1 Microfarad genügend Quantität liefert, um der Entladung seine volle Wirksamkeit zu geben, wird nun bei gleichbleibender Capacität, also mit 1 Microfarad, die Voltspannung erhöht.

Die Wirkung der Entladung bleibt die gleiche, wie die des entsprechenden galvanischen Stromes, so lange die Voltspannung nicht 28 Volts übersteigt. Von da an wirkt aber der galvanische Strom stärker als die entsprechende Entladung, weil er schon tetanisirend wirkt.

Versuch 16.

Anode wie in allen übrigen Versuchen auf dem Nacken. Kathode auf dem Medianus am Handgelenk. Widerstand gross. 7 Volts geben nur 0,3 und 0,4 MA, entsprechend Widerständen von 23,333 und 17,500 Ohms.

Durch Einwirkung von 6 El. bringe ich ihn auf 15,274 Ohms
„ „ „ 7 „ „ „ „ „ 14,000

Bei diesem R von circa 14,000 Ohms geben 7 El. resp. 9,8 Volts die 1te KSZ, die minimale Contraction.

Dieselbe wird auch regelmässig erreicht mit dem Condensator von 0,950 Microfarad, geladen mit 9,8 Volts. Nach Verlauf einiger Minuten ist augenscheinlich der Widerstand wieder gestiegen. Die galvanische KSZ tritt seltener auf, nur 2 Mal auf 10 Schliessungen. Die Condensatorentladung gibt ebenfalls 2 Zuckungen auf 10 Entladungen.

Vermehrt man nun bei gleichbleibender Capacität von 1 Microfarad, die Voltspannung, so bleiben galvanische und Condensatorzuckungen ganz gleich bei 9, 8, bis 25,2 Volts. Die Sensation ist aber hier auch, beim constanten Strom, eine andere. Der Condensator gibt die reine Muskelzuckung. Der galvanische Strom gibt die gleiche Zuckung, begleitet aber von Wärmegefühl, von excentrischen Sensationen, von Lichtempfindungen (Wirkung der Nackenanode). Mit 18 El. resp. 25,2 Volts wirkt aber der galvanische Strom entschieden stärker wie die Condensatorentladung. Diese Elementenzahl gibt auch eine Intensität von 7 Milliampères, der Muskel bleibt in tetanischer Contraction (Kathodenschliessungstetanus).

Versuch 17.

Gleiche Versuchsbedingungen. Widerstand circa 4666 Ohms.
1te KSZ galvanisch mit 9,8 Volts.
1te Condensatorzuckung „ 9,8 „ und 0,990, also bei einer Quantität von 9,702 Microcoulombs.

Versuch 18.

Anode auf Nacken. Normale Kathode auf die Thenarmuskeln. Widerstand sehr gross, so dass 16 El., resp. 22.4 Volts nur eine Stromstärke von 0,7 MA. ergeben. R = circa 32,000 Ohms.

Der mit 22,4 Volts geladene Condensator von 0,990 Microfarad gibt anfangs die Zuckung nicht. Einige Entladungen bewirken aber eine Verminderung des LW und nun gibt diese Entladung die Zuckung allerdings etwas seltener wie der galvanische Strom von derselben Spannung.

Versuch 19.

Anode Nacken. Kathode Medianus. Versuch bei Einschaltung von Widerständen.

Widerstand.	Galvanischer Strom.	Condensatorentladung.
R= 6333 Ohms	1te KSZ mit 7 Volts.	1te KSZ bei 7 Volts u. 0,990 MF.
R=18971 „	1te KSZ „ 32,2 „	1te KSZ „ 32,2 „ „ 0,990 „
R=25600 „	1te KSZ „ 44,8 „	1te KSZ „ 44,8 „ „ 0.990 „

Versuch 20.

Anode 64^{c^2} auf Nacken. Kathode auf Medianus. Beginn der Versuche mit Condensatorentladungen, um den Widerstand nicht künstlich herabzusetzen. 1^{te} KSZ mit 1 Microfarad und 9,8 Volts, also bei Q = 9,8 MC. 1^{te} KSZ mit dem galvanischen Strom von 9,8 Volts, obgleich das Galvanometer nur 0,2 MA angibt, was einem enormen Widerstand von 49,000 Ohms entspricht. Mit 0,900 Microfarad keine Zuckung. Die Capacität muss 1 MF betragen, wenn die Zuckung eintreten soll.

Versuch 21.

Anode 64^{c^2} am Nacken. Kathode auf Medianus.

1^{te} KSZ mit 1 Microfarad und 8,4 Volts, bei Q = 8,4 MC.

1^{te} KSZ galvanisch ebenfalls mit 8,4 und I = 0,35 MA, woraus sich der Widerstand auf circa 24,000 Ohms berechnet.

Mit 7 Volts Wirkung = 0, sowohl galvanisch als per Condensator.

Versuch 22.

Unter gleichen Bedingungen.

1^{te} KSZ mit 1 Microfarad und 8,4 V. Q = 8,4 MC.

1^{te} KSZ galvanisch ebenfalls mit 8,4 V.

Aus diesen Versuchen erhellt die Thatsache, dass ein Condensator von 1 Microfarad die gleiche *minimale Zuckung* gibt, wie der galvanische Strom von gleicher Spannung. Die Wirkung der *Entladung* ist die gleiche wie die des *Stromes*, sobald die Ladungsquantität des erstern *so viel Microcoulombs beträgt, als die Spannung Volts zählt.* —

Wenn ich nun mittelst des Elementenzählers die Voltspannung um 1,4 Volt vermindere, so verschwinden beide Zuckungen. Es ist aber sicher, dass schon bei geringerer Verminderung der Voltspannung die Zuckung ausbleiben würde, wenn ich im Stande wäre, die Spannung feiner abzustufen. Ich kann aber mit dem Elementenzähler die Spannung nur um 1,4 Volt vermindern, indem ich 1 Element ausschalte. Sobald ich wenig Widerstand einschalte, tritt die Zuckung unregelmässig auf, zuerst vielleicht nur 5 Mal auf 10 Schliessungen, später nur 2 Mal und endlich gar nicht mehr. Wo 9,8 Volts noch die minimale Zuckung gibt, bin ich ebenso berechtigt, 9,3 als unwirksames Potential zu bestimmen wie 9.

Ich kann es leider nicht experimentell nachweisen. Es bleibt aber klar, dass die untern Zahlen der Tabelle (pag. 38) 0,693 und 4,800 nur deshalb aus der *Constante* schlagen, weil ich dabei zu unvermeidlichen Berechnungsfehlern geführt wurde. Die 8 ersten Zahlen sind constant genug, um die 2 untern zu corrigiren. Die Versuche zwingen mich anzunehmen, dass die Voltspannung, welche mit 1 Microfarad die minimale Zuckung gibt, auch die galvanisch letztwirkende ist und dass das *unwirksame Potential nur wenig davon entfernt liegt.*

Die Tabelle (pag. 38) gibt für die 8 ersten Zahlen das Mittel 0,470 Microcoulomb. Ich bin berechtigt, diese *Constante* auch für die zwei untern Zahlen anzunehmen. Die Quantität musste also berechnet werden bis auf das unwirksame Potential von circa 9,3. Wir erhalten bei dieser Correctur nun folgende Tabelle an Stelle der Tabelle pag. 38.

70	V.	und	0,007	MF	geben	die	minimale	Zuckung	bei	0,425	MC
63	„	„	0,008	„	„	„	„	„	„	0,445	„
56	„	„	0,009	„	„	„	„	„	„	0,420	„
49	„	„	0,011	„	„	„	„	„	„	0,426	„
42	„	„	0,013	„	„	„	„	„	„	0,425	„
35	„	„	0,016	„	„	„	„	„	„	0,411	„
28	„	„	0,021	„	„	„	„	„	„	0,393	„
21	„	„	0,031	„	„	„	„	„	„	0,363	„
14	„	„	0,077	„	„	„	„	„	„	0,362	„
9,8		„	1,000	„	„	„	„	„	„	0,500	„

Die Constante ist keine sehr glänzende und könnte vielleicht bei rein physikalischen Versuchen als eine ungenügende betrachtet werden. Für physiologische Versuche ist sie gewiss merkwürdig constant. Dehnen wir diese Berechnung auf andere Versuche aus.

Bei Versuch 3, bei Annahme des unwirksamen Potentials 17,7 Volts ist die *Constante* (wirksame Quantität).

0,627	
0,634	
0,651	
0,688	Mittel circa 0,647.
0.631	
0,553	
0,896	
0,495	
5,175	

In Versuch 4. — Unwirksames Potential = 12 Volts. Wirksame Quantität:

0,406	
0,408	
0,396	
0,407	
0,390	
0,391	Mittel = 0,379.
0,384	
0,360	
0,360	
0,288	
3,790	

In Versuch 5 ebenfalls bei Annahme des unwirksamen Potentials = 12 Volts.

0,406	
0,408	
0,396	
0,407	
0,390	
0,391	Mittel 0,401.
0,400	
0,405	
0,214	
0,594	
4,011	

In Versuch 8. — Unwirksames Potential 7,9 Volts.

0,284	
0,275	
0,288	
0,287	
0,272	
0,271	Mittel 0,290.
0,241	
0,248	
0,237	
0,495	
2,900	

In Versuch 11. — Unwirksames Potential 9,3 Volts.

0,420	
0,397	
0,392	
0,349	Mittel 0,413.
0,355	
0,585	
0,446	
0,359	
3,302	

Ich verzichte auf die Wiedergabe anderer Berechnungen. In allen Versuchen lässt sich diese *wirksame Constante* herausrechnen. In sämmtlichen gibt es Zahlen, die nicht ganz passen. Es sind dies Unregelmässigkeiten, die in Versuchsfehlern ihren Grund haben. Sie sind sogar geringer, als man bei physiologischen Versuchen erwarten könnte. Jeder, mit der electrischen Untersuchung von Patienten irgendwie vertraute Arzt, wird begreifen, dass die Versuchsresultate an verschiedenen Tagen auch verschieden sind, dass es einmal gelingt, den Nerv zu reizen mit einer Elementenzahl, die am anderen Tage nicht genügt, auch wenn das Galvanometer die gleiche Ablenkung zeigt. Es ist nicht immer möglich, den Nerv genau zu treffen. Berücksichtigt man alle Fehlerquellen, die unsichere Bestimmung der Spannung, des Widerstandes, der Capacität etc., so fällt die gefundene *Constante* eben durch ihre Constanz auf.

Die Resultate dieser Versuche lassen sich in Kürze dahin resumiren:

Condensatorenentladungen lassen sich zur Reizung von motorischen Nerven und Muskeln mit Vortheil gebrauchen. Sie geben, Dank ihrer kurzen Dauer, die reine Muskelzuckung, ohne Schmerz, ohne Brennen, ohne electrolytische Wirkungen,

Bei hoher Voltspannung und nicht zu grossem Widerstand, bis etwa 10000 Ohms, genügt eine ungeheuer kleine Electricitätsmenge, um die minimale Zuckung zu erzielen, 0,280 bis 0,560 Microcoulomb. Geringere Spannung kann durch grössere *Ladungsquantität* genau compensirt werden. Dass bei sinkenden Spannungen der Condensator mit immer grösseren Quantitäten geladen werden muss, hat seinen Grund in der eigenthümlichen Form der Entladung, bei welcher die Intensität continuirlich sinkt. Die Quantität, welche zu geringes Potential hat, reizt den Nerv nicht, sie fliesst wirkungslos ab. Es ist desshalb

nothwendig, die *Ladungsquantität* von der *wirksamen Quantität* zu unterscheiden.

Berechnet man letztere, indem man von der Ladungsquantität die unter zu geringem Potential abfliessende Menge subtrahirt, so ergibt sich eine *constante wirksame Quantität,* von welcher die physiologische Wirkung abhängt. — Der Nerv reagirt somit auf die *Quantität*. Es ist gleichgültig, ob der Strom grosse Spannung und geringe Dauer, oder geringe Spannung und lange Dauer habe. Auf die Form der Curve kommt es nicht an, sobald die *wirksame Quantität* dieselbe bleibt.

Es sei mir gestattet, hier auf die Analogie zwischen Nerv und Galvanometer einzugehen. Wird das Galvanometer zu Messungen kurzdauernder Ströme, z. B. der Condensatorenentladungen benutzt, so reagirt dasselbe auch auf *Quantitäten*. Aber das Galvanometer, wenn es die zu solchen Messungen genügende Empfindlichkeit hat, reagirt auf ungeheuer geringe Voltspannungen resp. Intensitäten. Der unwirksame Theil der Entladung ist verschwindend klein, die *wirksame Quantität* ist die *ganze Ladungsquantität*. Darum sind die Ausschläge des Galvanometers genau der Ladungsquantität proportional. Darum ist es auch für das Galvanometer gleichgültig, ob kleine oder grosse Widerstände im Entladungskreis eingeschaltet sind.

Letztere Folgerung leitete ich von theoretischen Betrachtungen über die Reactionsweise des Galvanometers ab. Wenn, wie die Physik lehrt, das Galvanometer die *Quantität* der Entladung misst, so muss es gleichgültig sein, ob letztere auf grosse oder kleine Widerstände stattfindet.

Bei grossen Widerständen muss die Intensität I nach der Ohmschen Formel $I = \frac{E}{R}$ abnehmen.

Die Dauer T ist dagegen eine längere. Das Produkt aber $Q = IT$, oder genauer, für die Entladung $Q = \int IdT$ bleibt dasselbe.

Bei kleinem Widerstand ist die Intensität gross, die Dauer aber kurz, bei grossem Widerstand ist im Gegentheil die Intensität klein. die Dauer aber länger. Q bleibt jedoch constant.

Der Versuch bestätigte diese theoretische Voraussetzung. Auf einem modificirten, aperiodischen Wiedemann'schen Galvanometer entlud ich verschiedene Condensatoren von 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 7 Microfarads bei gleichbleibendem Potential von 1,46 Volt. Nun schaltete ich Widerstände ein und bekam folgende Zahlen:

1 Leclanché von 1,46 Volt.

Widerstand in Ohms.	Capacitäten in Microfarads. 1	2	3	4	5	6	7
3,024	18	35	52	64	84	101,5	119
14,024	18	35	52	64	84	101,0	118,5
21,024	18	35	52	64	83,5	100	116,0
42,024	18	35	52	64	81	96	111,0
117,024	<18	33,5	47	56,5	69	80	90
596,024	14,5	23,3	28	31	35	38,5	41
960,024	13,0	19,0	23,5	24	26	28,5	30
2,273,024	8,5	11,0	12,0	12,0	12,8	13,8	14

Dieser Versuch beweist, dass das betreffende Galvanometer nur dann die Quantitäten anzeigt, wenn:

1) der Widerstand nicht zu gross ist;

2) die Capacität nicht zu gross ist.

Beides, Vermehrung des Widerstandes oder der Capacität, verlängert die Dauer der Entladung. Ist nun die Dauer so gross, dass sie, gegenüber der Schwingungsdauer des Galvanometers, nicht mehr als sehr klein betrachtet werden kann, so fängt das Galvanometer an nicht mehr *Quantitäten*, sondern *Intensitäten* anzuzeigen. Berücksichtigen wir nur die ersten Zahlen, so haben wir:

Widerstand in Ohms.	*Capacitäten in Microfarad.* *1*	*2*	*3*	*4*
3024	18	35	52	64
14024	18	35	52	64
21024	18	35	52	64
42024	18	45	51	64
117024	<18	33,5	47	56,5

So lange der Widerstand nicht 100,000 Ohms übersteigt, d. h. so lange die Dauer des Stromes, gegenüber der Schwingungsdauer des Galvanometers, verschwindend klein bleibt, so ist die Einschaltung des Widerstandes gleichgültig. *Geringere Intensität wird genau compensirt durch längere Dauer.*

Auch der Nerv reagirt auf *Quantitäten*, aber die Intensität darf nicht unter ein gewisses Niveau sinken. Die *wirksame Quantität* ist nur ein Bruchtheil der *Ladungsquantität*. Dieser Begriff der *wirksamen Quantität*, welcher der Physiker bei seinen Versuchen nicht begegnet, lässt sich an einem Beispiel leicht illustriren.

Denken wir uns ein Mühlrad, von einem Bach getrieben. So lange das Gefälle ungenügend ist, bleibt es ruhig, wie der Nerv,

der auf ungenügende Stromstärke nicht reagirt. Ist das Gefälle stark, so bewegt sich nun das Rad mit einer Geschwindigkeit, die constant bleibt, so lange der Strom constant ist. — Es sind dies Verhältnisse, wie sie beim galvanischen Strom vorkommen, mit dem Unterschied, dass der Nerv auf verschiedene Weise reagirt, je nachdem die Stromstärke gross oder klein ist. — Bei Stromstärke von etwa 0,5 bis 5 MA. reagirt er mit einer einfachen Schliessungszuckung, allenfalls mit einer Oeffnungszuckung. Bei Stromstärken über 5 MA reagirt er mit einer dauernden Contraction, mit Tetanus.

Nehmen wir nun an, dass im Bächlein plötzlich eine Schleuse geschlossen werde.

Es bleibt nun zwischen Rad und Schleuse eine gewisse Menge Wasser. Die Verhältnisse sind die gleichen wie bei einem Condensator. Anfangs wird sich diese abgemessene Wassermenge mit gleicher Geschwindigkeit bewegen wie vor Schliessung der Schleuse; die Menge nimmt aber rasch ab und mit ihr das Potential. Das Rad wird allmälig sich langsamer drehen und wird zum Stillstand kommen, lange bevor alles Wasser abgelaufen ist. Die Menge Wasser, die zuletzt wirkungslos abfloss, ist, was ich beim Condensator als *unwirksame Quantität* bezeichne. Die Menge, welche genügendes Potential hatte, ist, was ich als die *wirksame Quantität* dargestellt habe. Wir sehen, dass dieser Begriff nicht aus der Luft gegriffen ist, dass er den thatsächlichen Verhältnissen vollkommen entspricht. Schwierig ist nur die exacte Bestimmung dieses unwirksamen Potentials, schwierig desshalb auch die Berechnung der *wirksamen Quantität*.

In der Tabelle pag. 37 haben wir für jedes Potential die Dauer der Entladung berechnet und zwar bei der Annahme eines unwirksamen Potentials von nur 5 Volts. — Wir haben gesehen, dass letztere Annahme unrichtig war. Die Dauer muss nur bis auf das Potential 9,3 Volts berechnet werden. Wir finden dann:

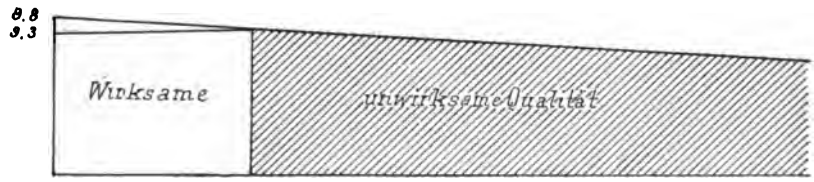
Die Entladung von

70	V.	gibt	d.	minimale	Contraction	bei	e.	wirks.	Dauer	von	70	10^{-6} Sec.
63	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	76	„
56	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	80	„
49	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	91	„
42	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	97	„
35	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	106	„
28	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	115	„
21	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	126	„
41	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	157	„
9,8	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	261	„

Letztere Zahl 261 Milliontel Secunden ist auch die *maximale Dauer*. d. h. die Dauer, die genügt, um die volle Wirkung zu geben. *Der laugdauernde galvanische Strom von gleicher Spannung 9.8 hat keine grössere Wirkung.*

Es lohnt sich nicht der Mühe, diese Entladungsdauer in jedem Versuch auszurechnen. Obiges Beispiel genügt, um zu zeigen, wie kurz die Entladungen sind, welche eine Zuckung auslösen; es zeigt, wie eine kleine Vermehrung der Dauer genügt, um den wenig gespannten Strom gleich wirksam zu machen wie den hochgespannten. Endlich muss ich bemerken, dass, je geringer die Spannung und je grösser die Capacität, desto mehr die Entladung einem constanten Strom ähnlich ist. Die Intensität nimmt dann nur sehr langsam ab, wie folgende Curve zeigt, welche im gleichen Massstab gehalten ist wie die Curve der Seite 36.

Fig. 14.



Die Vergleichung dieser beiden Curven genügt, um den Verlauf dieser Entladungen ad oculos zu demonstriren. Die Entladung von 70 Volts sinkt in 70 Milliontel Secunden, die Entladung von 9,8 erst in 261 Milliontel Secunden auf das unwirksame Potential 9,3.

An diese Berechnungen können wir einen Vergleich mit kurzdauernden galvanischen Strömen anreihen. Die physiologische Wirkung ist nach den oben beschriebenen Versuchen proportional der *wirksamen Quantität*. Letztere beträgt ungefähr 0,470 Microcoulomb.

Nun ist bei einem galvanischen Strom, der genügendes Potential hat, die *ganze Quantität* wirksam, und diese $Q = IT$.

Die Dauer eines galvanischen Stromes, welche genügt, um die minimale Zuckung hervorzurufen, lässt sich einfach berechnen nach $T = \frac{Q}{I}$, wobei Q die *berechnete wirksame Quantität* einer Entladung darstellt. Die Rechnung ergibt nun, dass die minimale Zuckung erreicht wird, wenn ein Strom von

									10^{-6} Sec.
70	Volts,	resp.	14	Milliampères	eine	Dauer	hat	von	33,5
63	„	„	12,6	„	„	„	„	„	37,3
56	„	„	11,2	„	„	„	„	„	41,9
49	„	„	9,8	„	„	„	„	„	47,9
42	„	„	8,4	„	„	„	„	„	55,9
35	„	„	7,0	„	„	„	„	„	67,1
28	„	„	5,6	„	„	„	„	„	83,9
21	„	„	4,2	„	„	„	„	„	111,9
14	„	„	2,8	„	„	„	„	„	167,8
9,8	„	„	1,96	„	„	„	„	„	239,7

Letztere Zahl ist auch die *maximale Dauer*. Bei dieser Dauer tritt die volle Wirkung des Stromes ein; eine längere Dauer macht die Zuckung nicht grösser, nicht effectvoller. Dies gilt auch für die Zahlen 167,8 und 111,9 Milliontel. Weiter aber ist die Stromstärke genügend, um bei Menschen die Dauercontraction, den KSTet zu bewirken. Der Condensator kann diese tetanisirende Wirkung nicht haben.

Diese Berechnung hat natürlich nur theoretisches Interesse. Es gibt keine Unterbrechungsvorrichtung, welche einen galvanischen Strom so kurz schliessen kann, dass die Dauer nur circa 240 Milliontel Secunden, d. h. circa $^1/_{4000}$ Secunde betrage. — Bei allen bekannten Vorrichtungen zur Schliessung des galvanischen Stromes ist die Dauer des Contacts jedenfalls genügend, um dem Strom seine volle Nerv und Muskel erregende Wirkung zu lassen. —

Bei dieser Berechnung der zur Hervorrufung der Zuckung erforderlichen Dauer galvanischer Ströme kommen wir dennoch zur Benutzung der Formel $T = \frac{Q}{I}$, was wir (pag. 12) als nicht statthaft bezeichneten. Der Werth Q ist aber jetzt nicht mehr die *Ladungsquantität* = VC, sondern die *wirksame Quantität*, die Electricitätsmenge, welche, wie die Versuche mit Condensatoren lehren, die physiologische Wirkung bedingt. Zur Auslösung der Zuckung ist eine Quantität, eine Electricitätsmenge, nöthig, die gewöhnlich bei nicht zu grossem Widerstande 0,280 bis 0,560 Microcoulomb beträgt. Diese Menge muss sich aber mit einer genügenden Intensität entladen, sie muss sich in einer gewissen, nicht zu langen Zeit entladen. Es ist für den menschlichen Nerv und Muskel gleichgültig, ob eine Entladung von 70 Volts 70 Milliontel Secunden dauert, oder ob eine Entladung von nur 9,8 Volts sich in 261 Milliontel Secunden vollziehe. In

beiden Fällen ist die berechnete wirksame Quantität circa 0,470 Microcoulomb und auf das kommt es an. *Nur innerhalb dieser Grenzen lässt sich aber geringes Potential durch längere Dauer compensiren.* Ist in dem besprochenen Versuch 2 die Spannung geringer als 9,8, z. B. 9, so wirkt diese Entladung nicht, wenn auch durch Vergrösserung der Capacität auf 7 und 8 Microfarads die Quantität viel grösser wird als 0,470 Microcoulomb. Sogar galvanisch, also bei unbegrenzter, nur von der Dauer der Schliessungszeit abhängigen Quantität, bleibt der Strom unwirksam. Die ganze Menge fliesst unter zu geringem Potential ab und bleibt trotz längerer Dauer vollkommen unwirksam.

Nachdem ich die Wirkung der Condensatorenentladungen auf den motorischen Nerv studirt hatte, tauchte mir die Frage auf: *Wie verhalten sich gegenüber den Entladungen die Organe, von welchen wir annehmen, dass sie leichter auf langdauernde Ströme reagiren? Wie verhält sich namentlich die Retina?*

Die Untersuchungen sind über diesen Punkt nicht zu einem Abschlusse gekommen. Es ist leicht nachzuweisen, bei welcher Capacität jede Wirkung einer Entladung verschwindet; es ist aber höchst schwierig zu sagen, ob es eine Lichtempfindung ist. Der Versuch wird in folgender Weise angestellt.

Versuch 23.

Anode 100^{o2} auf Nacken. Frontalelectrode von 12^{o} Länge und $5{,}5^{o}$ Breite. 7 Volts = 3 MA. R = circa 2333 Ohms. Die erste Empfindung tritt auf bei

Spannung.	Capacität.		Quantität.	
	KS	AS	KS	AS
70 Volts	0,008 Microfarad		0,560 Microcoulomb	
63	0,009		0,567	
56	0,010	0,015	0,560	0,840
49	0,011	0,016	0,439	0,784
42	0,013	0,019	0,546	0,798
35	0,016	0,022	0,560	0,770
28	0,019	0,028	0,532	0,784
21	0,025	0,037*)	0,525	0,747
14	0.045	0,069	0,630	0,966
7	0,115	0,124	0,805	0,868
5,6	0,165	0,260	0,924	1,456
4,2	0,310	0,345	1,302	1,449
2,8	0,460	0,500	1,288	1,400

*) Erste unzweifelhafte Lichtempfindung, bei der Anode 21 Volts, 0,037 Capacität, somit 0,777 Microcoulomb.

Es zeigt sich, dass bei dieser Versuchsanordnung die erste Empfindung ungefähr bei gleichen Capacitäten resp. Quantitäten eintritt, wie die Contraction eines Muskels. Aber die Natur dieser Empfindung ist schwer zu definiren.

Bei der Entladung von 70 Volts mit einer Capacität von 0,007 empfand ich nichts; ich konnte nicht sagen, ob die Entladung stattgefunden habe. Bei 0,008 dagegen verspüre ich bei jedem Stromschluss *etwas*, kann aber entschieden nicht unterscheiden, ob es eine kurze, leichte Contraction der Frontalmusculatur, eine Lichtempfindung oder eine Reizung der sensiblen Nerven ist. Im gleichen Zweifel bleibe ich während der ganzen Versuchsreihe; ich kann nur sagen, ich empfinde etwas oder nichts. — Erst bei 21 Volts und bei 0,037 Microfarad, resp. 0,777 Microcoulomb gibt die Anodenschliessung (auf Stirne) eine wahre Lichtempfindung, das Wetterleuchten, aber ohne dass ich im Stande wäre, etwa die Farbe zu unterscheiden. Dieselbe undeutliche Lichtempfindung geben auch die niederen Spannungen bei zunehmender Quantität. Ich kann hier auch die Spannung mehr verringern als beim motorischen Nerv. Die Empfindung tritt noch auf bei 2 Leclanchés, also bei 2,8 Volts und 0,460—0,500 Microcoulomb. — Die Zahlen der Quantität sind hier auch viel unsicherere als beim motorischen Nerv, weil die Controlle eine subjective ist, weil es sich um Sensationen, um äusserst schwache Eindrücke handelt, bei welchen man sich oft fragen muss, ob man etwas verspürt habe oder nicht.

Ganz analoge Ergebnisse gibt der folgende Versuch. Die Versuchsperson war ein 23 J. alter cand. med. Sie empfand die gleichen Schwierigkeiten wie ich, um die Sensation zu definiren.

Versuch 24.

Anode 100$^{cm^2}$ auf Nacken. Kathode an der Stirne. 7 Volts = 5,5 MA, also R = circa 1272 Ohms. 1 El. resp. 1,4 Volts gibt, bei 0,5 Stromstärke, eine starke Lichtempfindung mit Brennen an der Haut. Erste Wahrnehmung der Condensatorentladung bei

Spannung.	Capacität.		Quantität.	
	KS	AS	KS	AS
70 Volts	0,005 MF		0,359 MC	0,630
63	0,005		0,315	0,567
56	0,006	0,090	0,336	0,504
40	0,007	0,010	0,343	0,490
42	0,008	0,013	0,336	0,546
35	0,009	0,015	0,315	0,525
28	0,011	0,018	0,308	0,521
21	0,018	0,027	0,378	0,567
14	0,024	0,034	0,336	0,486
7	0,055	0,103	0,385	0,721
5,6	0,078	0,127	0,436	0,711
3,2	0,138	0,212*)	0,579	0,890
2,8	0,314	0,579	0,879	1,681

Hier ist die *Constante* sozusagen = der Ladungsquantität. Die Reaction ist die eines Galvanometers. Die Retina (oder die sensiblen Nerven des Kopfes?) reagirt auf sehr niedrige Spannungen (2,8), ja galvanisch auf 1,4 Volt. Der Fall tritt hier ein, dass die *unwirksame Quantität* eine *minimale* wird, darum genügt es, die Capacität so weit zu vergrössern, dass das Sinken der Voltspannung compensirt werde, d. h. dass die *Quantität* die gleiche bleibe. Der Begriff der wirksamen Quantität, den wir beim motorischen Nerv aufstellen mussten, fällt hier sozusagen weg, ähnlich wie beim Galvanometer. Diese Sensationen sind aber undeutliche und man kann nicht sicher sagen, ob die Retina dabei im Spiele ist. Vielleicht hat die Sensation ihren Sitz in den Trigeminusendigungen. Immerhin ist das Resultat interessant, dass es für diesen Versuch nahezu rein auf die Ladungsquantität ankommt, wie beim Galvanometer.

Ich machte noch darüber einige Versuche mit grösseren Condensatoren, aber auch ohne Erfolg, wie aus folgendem Beispiel ersichtlich.

Versuch 25.

Anode Nacken. Rundliche Kathode auf das rechte Auge.

Mit 1 El. = 1,4 Volts galvanisch geschlossen, gibt die KS eine undeutliche Lichtempfindung mit leichten zickzackförmigen Linien an der Peripherie, sofort nachher Verdunkelung des Gesichtsfeldes.

---

*) Erste sichere Lichtempfindung.

Die AS gibt eine mehr diffuse Lichtempfindung. Der Condensator von 7 Microfarads und 1,4 Volt gibt eine weit schwächere Empfindung ohne Unterschied zwischen Kathode und Anode.

Mit 2 El., resp. 2,8 Volts galvanisch, habe ich eine stärkere Lichtempfindung, ebenfalls mit zickzackförmigen Linien bei KS und diffuses Licht bei AS.

Der Condensator gibt ebenfalls schwächere Empfindung ohne Unterschied zwischen K und A.

Mit 3 El. resp. 4,2 Volts galvanisch. Starke Lichtempfindung mit geschlängelten Linien für die Kathode und einfache Lichtempfindung für die Anode.

Der Condensator mit 7 Microfarads gibt ebenfalls schwächere Empfindung, die für Kathode und Anode verschieden ist, ohne dass man den Unterschied recht beschreiben könnte.

Mit 4 El. resp. 5,6 Volts gibt die Kathode galvanisch starke Lichtempfindung mit geschlängelten Linien, Verdunkelung des Gesichtsfeldes. Die Anode gibt eine deutlich blaue Lichtempfindung. Der Condensator gibt noch immer schwächere Empfindung ohne sicheren, definirbaren Unterschied zwischen beiden Polen.

Die Dauer einer Condensatorentladung ist auch bei geringer Voltspannung und grosser Capacität von 7 Microfarads nicht lang genug, um die blaue Farbe bei Anodenschliessung zu geben. Ueberhaupt ist die Wirkung der Entlad ung auf die Retina viel schwächer, undeutlicher als die Wirkung des galvanischen Stromes.

Weit interessanter und practisch wichtiger war für mich die Frage: *Wie verhalten sich. gegenüber Condensatorenentladungen, die Muskeln im Zustande der Entartungsreaction?*

Es war mir leider nicht möglich, in letzter Zeit eine grössere Anzahl von Lähmungen aufzutreiben, wo die Reaction in optima forma vorhanden gewesen wäre. Ich wage es daher nicht, die Resultate, die ich namentlich bei Untersuchung eines Falles von traumatischer Lähmung erhielt, zu verallgemeinern. Ich darf nicht behaupten, dass ähnliche Reactionen bei *allen Fällen* von EAR vorkommen, obgleich ich geneigt bin, es anzunehmen. — Ich gebe hier die abgekürzte Krankengeschichte dieses Falles mit eingehender Beschreibung der electrischen Reactionen.

Der 41 Jahre alte Zimmermann S. wurde mir zur elektrischen Untersuchung zugeschickt, 9 Wochen nach Luxation der linken Schulter.

Die Reduction hatte ohne erhebliche Gewaltanwendung stattfinden können. Es blieb aber eine Lähmung aller 3 Armnerven zurück.

Bei der 9 Wochen nach der Verletzung vorgenommenen Untersuchung zeigte sich eine ausgesprochene Atrophie fast sämmtlicher Muskeln der linken oberen Extremität. Der Umfang des Oberarms beträgt in der Mitte 23,5 °, rechts 25 °. Der Vorderarm misst im grössten Umfang links 24, rechts 27.

Der Deltoïdeus ist hochgradig atrophisch, ebenso Triceps und die ganze Muskulatur des Vorderarms. Verschont blieben nur die vom Musculo-cutaneus versorgten Muskeln, Coraco-brachialis, Biceps und Brachialis internus. In allen 3 Armnerven, Medianus, Ulnaris und Radialis war die willkürliche Bewegung aufgehoben. Verschieden waren aber die electrischen Reactionen der Muskeln.

Der atrophische *Deltoïdeus* reagirt in keiner Weise auf den maximalen faradischen Strom meines sehr kräftigen Inductionsapparates (Secundäre Spule von 10,000 Windungen, getrieben durch 2 Zinkkohlen-Elemente).

Er reagirt galvanisch mit unzweifelhaft *träger Contraction*, KSZ 8 Volts und 1,2 MA. ASZ 11,2 Volts und 5,5 MA. Es besteht also EAR, aber ohne Umkehrung der Zuckungsformel ASZ < KSZ.

Derselbe Muskel reagirt aber auch auf die KS des Condensators, *aber bei viel höheren Capacitäten wie der normale Muskel.* Die erste KSZ tritt auf bei:

Versuch 26.

Spannung.	Capacität.	Quantität.
70 Volts	0,125 Microfarads	7,350 Microcoulombs
63	0,120	7,560
56	0,190	10,640
49	0,290	14,210
42	0,600	25,200
35	2,000	70,000
28	3,500	98,000
21	5,000	105,000
14 ohne Wirkung	8,000	112,000

Vergleichen wir mit den Reactionen den *rechten Deltoïdeus*, Hier tritt die 1te KSZ ein bei

Spannung.	Capacität.	Quantität.
60 Volts	0,005 Microfarads	0,350 Microcoulombs
63	0,006	0,378
56	0,007	0,392
49	0,008	0,392
42	0,009	0,378
35	0,011	0,385
28	0,014	0,392
21	0,014	0,441
14	0,040	0,560
12,6	0,047	0,592
11,2	0,055	0,616
9,8	0,074	0,725
8,4	0,150	1,260
7,0	0,500	3,500
5,6	0,700	3,900

Beim rechten Deltoïdeus tritt die galvanische KSZ bei 5,6 Volts und 0,9 MA ein.

Vergleichen wir diese Resultate, so ist der Unterschied ein ganz auffallender.

Die galvanische Erregbarkeit dieses Muskels in Entartungsreaction ist nur etwas herabgesetzt, KSZ links 1,2, rechts 0,9.

Dagegen wirken Condensatorenentladungen nur bei enorm viel grösseren Capacitäten, resp. Quantitäten, auf den kranken Deltoïdeus. Auf der gesunden Seite genügen Quantitäten von 0,350 bis 3,920 Microcoulombs und zwar letztere Zahl bei der sehr geringen Spannung von 5,6 Volts! Auf der kranken Seite sind aber Quantitäten von 7,350 bis 105 Microcoulombs erforderlich! Bei 8 Microfarads und 14 Volts resp. bei 112 Microcoulombs tritt keine Reaction ein, während der galvanische Strom schon mit 7 Volts wirkt. Ein Condensator von 8 Microfarads genügt hier nicht, um durch Entladung die Zuckung bei gleicher Voltspannung zu erreichen, wie beim galvanischen Strom.

Der Widerstand auf der kranken Seite war circa 5000 Ohms. Das letzte galvanisch wirksame Potential 7 Volts. Wir besitzen alle zur Berechnung der Entladungsdauer nöthigen Zahlen.

Die Entladung von 70 Volts hatte eine Dauer von 1209 Milliontel Secunde, etwas mehr als $^1/_{1000}$ Secunde.

Die Entladung von 21 Volts erreicht die Dauer von 27279 Milliontel, resp. nahezu $^8/_{100}$ Secunde.

Die Entladung von 11 Volts erreicht eine Dauer von 27730, also auch $^{8}/_{100}$ einer Secunde und hat keine Wirkung, obgleich der galvanische Strom schon bei 7 Volts wirkt.

Beim gesunden Muskel genügt eine Entladungsdauer von 70 bis 261 Milliontel Secunden.

Der kranke Deltoïdeus, welcher also auf *die schnellen Unterbrechungen* (etwa 40 in der Secunde) des Inductionsapparates in keiner Weise antwortet, reagirt auf *galvanische Ströme* nahezu wie ein normaler Muskel. Er reagirt auch auf grosse Capacitäten des Condensators, d. h. auf Entladungen, deren Dauer $^{1}/_{1000}$ bis $^{3}/_{100}$ Secunden beträgt.

Derselbe Muskel reagirt aber auch sehr deutlich auf langsame Unterbrechungen des Inductionsstromes (circa 30 in der Minute). Die Contraction ist zwar schwach, tritt erst bei 7 Cent. Rollenabstand ein und mit einem Apparat von grosser Voltspannung.

Die Zuckung bleibt eine träge, sowohl bei der galvanischen Zuckung, wie bei den durch Condensatorenentladungen oder Inductionsstrom hervorgerufenen Contractionen. Ebenso reagirt der kranke Deltoïdeus sehr energisch auf die Ströme eines Telephoninductors (Läutvorrichtung der schweizerischen Telephonanlagen). Bei diesem Magnetinductionsapparat finden keine Stromunterbrechungen statt, kein Extracourant, sondern nur alternirende Ströme von relativ geringer Spannung, aber entsprechend längerer Dauer.

Uebereinstimmende Resultate geben andere Versuche auf dem gleichen kranken Deltoïdeus.

Versuch 27.

Anode auf Nacken. Kathode auf Deltoïdeus. 1te KSZ galvanisch bei 4 El. resp. 5,6 Volts und 1,1 MA. Widerstand = circa 5000 Ohms. Die Entladung wirkt bei

Spannung.	Capacität.	Quantität.
70 Volts	0,110 Microfarads	7,700 Microcoulombs,
63	0,200	12,600
56	0,300	16,800
15,4	8,000	124,200

Aehnliche Resultate gibt die Prüfung der Extensoren am Vorderarm.

Versuch 28.

Anode auf Nacken. Kathode auf Extensoren.

5	Elemente	resp.	7	Volts	geben	0,7	MA,	also	R =	circa	10,000	Ohms.
6	„	„	8,4	„	„	1,1	„	„	R =	„	7,636	„
7	„	„	9,8	„	„	1,5	„	„	R =	„	6,533	„
8	„	„	11,2	„	„	1,8	„	„	R =	„	6,222	„

Diese 8 Elemente geben auch eine deutliche *träge* Zuckung, sie tritt aber auch ein bei 7 Elementen. 1^te KSZ, also bei 9,8 Volts und 1,5 MA.

Die Condensatorentladung von 8 Microfarads bringt die minimale Zuckung mit 19 Elementen resp. 26,6 Volts, also bei einer Quantität von 212,8 Microcoulombs. Bei der Annahme des unwirksamen Potentials = 9 Volts gibt die Berechnung der Entladungsdauer (Widerstand 6500 Ohms) 56361 Milliontel Secunde, resp. circa $^5/_{100}$ Secunde.

Versuch 29.

Anode auf die Vorderfläche des Handgelenks, um Stromschleifen im nicht gelähmten Biceps zu vermeiden. Kathode auf die Extensoren, speciell auf den *Ulnaris externus*.

1^te KSZ bei 8 Microfarads und 22 Elementen, resp. 30,8 Volts, also bei einer Quantität von 246,4 Microcoulombs. Die 22 Elemente geben eine Intensität von 11 MA, folglich ist der Widerstand für diese Stromstärke circa 2800 Ohms. Die erste galvanische KSZ tritt aber schon ein bei 10 Elementen, resp. 14 Volts und 2,1 MA. R = 6666 Ohms. Bei diesem Widerstand und Annahme des unwirksamen Potentials 13,5 Volts, ergibt die Berechnung der Dauer der Entladung 156 Milliontel Secunden. Die Extensoren sind übrigens nicht sehr krank; sie reagiren noch auf den faradischen Strom mit schnellen Unterbrechungen bei 80^mm Rollenabstand, noch besser aber auf die langsamen Unterbrechungen. Hier tritt die Zuckung auf den Oeffnungs-Inductionsstrom schon bei 92^mm RA ein. Bei 48^mm RA ist die Contraction eine doppelte. (Schliessungs- und Oeffnungsinductionsschlag.) Bei RA = 0 gibt die langsame Unterbrechung eine so starke Contraction, dass die Hand bis zur Horizontale gehoben wird. Mit raschen Unterbrechungen (Neef'scher Hammer) ist bei RA = 0 die Wirkung erheblich geringer.

Interessanter sind die electrischen Reactionen bei den am stärksten befallenen *Thenarmuskeln*. Der *Medianus* am Handgelenk reagirt in keiner Weise, weder auf Inductionsstrom, noch auf galvanischen Strom. Die *Erregbarkeit von Nerven aus* ist aufgehoben.

Die Thenarmuskeln reagiren auch auf den Inductionsstrom, mit raschen Unterbrechungen, bei RA = 0 nicht. Die *faradische Erregbarkeit vom Muskel aus* ist ebenfalls erloschen (für schnelle Unterbrechungen).

Dagegen gibt die Kathode des Oeffnungsinductionsstroms bei langsamer Unterbrechung und bei RA = 0 eine deutliche Contraction. Dieselbe ist aber schwach und tritt nur bei den ersten Schlägen auf. Die

Erregbarkeit sinkt aber sofort und nach etwa 3—5 Schlägen bleibt jede Wirkung aus. Weit besser wirkt aber die Anode des Oeffnungsinductionsstromes: Die Zuckung ist nicht mehr eine fibrilläre, sie bringt den Daumen in Adduction und Opposition, und die Zuckung ist deutlich *träge*. Die *faradische Erregbarkeit vom Muskel aus* ist also für *langsame Unterbrechungen* erhalten, wenn auch abgeschwächt. Sehr deutlich ist dabei das *Vorwiegen der Anodenzuckung;* sie wirkt schon bei 35^{mm} RA; bei eingeschobenen Rollen ist sie doppelt (Schliessungsinductionsstrom). Endlich ist sie *träge*. Ebenso reagiren die Thenarmuskeln im Zustande der completen EAR auf Condensatorentladungen, aber erst bei sehr grossen Capacitäten. So ergibt:

Versuch 30.

1te KSZ bei:

Spannung.	Capacität.	Quantität.
70 Volts	6,0 Microfarads	420,0 Microcoulombs
63	8,0	504,0

Auch hier ist Vorwiegen der Anode bemerkbar.

Die ASZ tritt ein bei:

56 Volts 7,5 Microfarads 448 Microcoulombs.

Auf der gesunden Seite tritt die Contraction ein bei:

70 Volts 0,009 Microfarad 0,630 Microcoulomb.

Versuch 31.

KSZ bei 70 Volts, 7 Microfarads und 490 Microcoulombs
ASZ „ 70 „ 5 „ „ 350 „

Versuch 32.

KSZ bei 70 Volts, 6 Microfarads und 420 Microcoulombs
ASZ „ 70 „ 4 „ „ 280 „

Versuch 33.

KSZ bei 70 Volts, 8 Microfarads und 560 Microcoulombs
ASZ „ 70 „ 5 „ „ 350 „

Die Versuche habe ich noch öfters wiederholt. Sie ergaben an verschiedenen Tagen etwas verschiedene Zahlen, wie dies bei täglich wiederholten Versuchen unvermeidlich ist. Ueberall erhellt aber die gleiche Thatsache:

Die Thenarmuskeln im Zustand der completen EAR, reagiren mit träger Zuckung und mit bedeutendem Vorwiegen der Anodenzuckung, sowohl auf einzelne Schläge des Inductionsapparates (Schliessungs- und Oeffnungsstrom), als auf Condensatorenentladungen von grosser Quantität. Die Quantität muss circa 1000 mal grösser sein als bei normalem Muskel. Ebenso reagiren diese Muskeln auf den Strom des Telephoninductors und zwar mit effectvollem Tetanus.

Versuch 34.

Traumatische Lähmung des Radialis am Oberarm. — Leichtere Form der completen EAR in Heilung begriffen. Untersuchung 2 Monate nach der Laesion. Der Radialis reagirt auf Inductionsströme (mit schnellen oder langsamen Unterbrechungen) nicht sicher; die Beobachtung ist aber gestört durch die starken Contractionen der gesunden Muskeln. Dagegen reagirt der Radialis auf galvanische Ströme von 2 Milliampères. Die noch vollkommen gelähmten Extensoren reagiren:

1. Auf die raschen Unterbrechungen des Inductionsstromes bei einem Rollenabstand von 11,5 c. ASZ ganz wenig > KSZ.

2. Auf die langsamen Unterbrechungen des Inductionsstromes schon bei 12,2 c RA. ASZ ebenfalls leicht > KSZ bei gleichem RA.

3. Auf galvanische Ströme, KSZ bei 1,8 MA und 7 Volts.
ASZ „ 1,5 „ „ 5,6 „

4. Auf Condensatorenentladungen bei

Spannung.	Capacität.	Quantität.
70 Volts	0,190 MF	13,300 MC
42	0,900	41,580
28	7,000	196,000

Anodenschliessungszuckung ebenfalls ganz leicht > KSZ.

Der Widerstand ist in diesem Falle circa 4000 Ohms. Galvanisch wirken noch 4 El. resp. 5,6 Volts und doch genügt die grosse Capacität von 7 Microfarads nicht, um die Entladung von 5,6 Volts (galvanisch wirksame) wirksam zu machen.

Die Hauptergebnisse dieser Untersuchungen lassen sich in folgender Weise resumiren:

1. Die Condensatorenentladungen eignen sich sehr gut zur Reizung der Nerven und Muskeln. Dank ihrer kurzen Dauer geben die Entladungen die reine Zuckung ohne Schmerz, ohne electrolytische Wirkungen.

2. Ein Condensator von der Capacität 1 Microfarad gibt die minimale Zuckung bei gleicher Elementenzahl, wie der galvanische Strom.*) Die Wirkung der Entladung ist also die gleiche, wie die des galvanischen Stromes, wenn der Condensator die gleiche Spannung hat, wie der Strom, d. h. wenn die Ladungsquantität so viel Microcoulombs beträgt, als der Strom Volts zählt.

3. Doch gilt dies nur für geringe Voltspannungen, namentlich für die niederste Voltspannung, welche galvanisch die minimale Zuckung gibt. Bei grösserer Voltspannung tritt die Ueberlegenheit des Stromes gegenüber der Entladung wieder hervor, indem der Strom nicht nur bei der Schliessung, sondern auch während seiner Dauer wirkt (Kathodenschliessungstetanus). Die Entladung dagegen ist immer kurzdauernd und kann nicht tetanisiren.

4. Bei geringerer Capacität als 1 Microfarad wird die Wirkung einer Entladung beeinträchtigt. Sinkt sie auf 0,004 Microfarad, so bleibt jede Wirkung aus, auch wenn die Ladungsbatterie eine Spannung von 70 Volts hat.

5. Die Minimal-Zuckung kann bei jeder (galvanisch wirksamen) Spannung eintreten, sowohl bei 7 als bei 70 Volts. Ist die Spannung gross, so darf die Capacität resp. Quantität sehr klein sein. Ist die Spannung geringer, so muss der Condensator mehr Capacität haben, d. h. mit grösseren Quantitäten geladen werden.

6. Die Nothwendigkeit, bei abnehmender Voltspannung die Ladungsquantität zu vermehren, hat ihren Grund in der eigenthümlichen Form der Entladung. Der Verlauf der Ent-

*) Der Vorschlag von Bondet in der Electrotherapie einen Condensator von 1 Microfarad zu benutzen, erweist sich somit als ganz zweckmässig.

ladung bringt es mit sich, dass ein guter Theil der Electricitätsmenge unter zu geringem Potential abfliesst. Je geringer die Voltspannung ist, desto grösser ist die Menge, die physiologisch unverwerthet bleibt.

7. Berechnet man die wirksame Quantität, so zeigt sich, dass der Nerv, resp. Muskel auf eine Quantität von 0,280 bis 0,560 Microcoulomb reagirt.

8. Die Dauer der Entladung ist eine sehr kurze. Bei 70 Volts ist die Dauer 70, bei 9,8 Volts 261 Milliontel Secunden. Die Verlängerung der Dauer von 70 auf 261 genügt, um die Entladung von 9,8 Volts ebenso wirksam zu machen, wie die Entladung von 70 Volts. Beide Entladungen geben die gleiche minimale Muskelzuckung.

9. Kranke Muskeln im Zustande der Entartungsreaction reagiren ebenfalls auf Condensatorenentladungen (mit Vorwiegen der Anodenschliessungszuckung, wenn diese Erscheinung für den galvanischen Strom eintritt). Die Quantität muss aber eine viel grössere sein, als beim normalen Muskel, circa 1000 Mal grösser.

10. Während gesunde Muskeln auf Entladungen reagiren, deren Dauer etwa $^1/_{10000}$ Secunde beträgt, bedarf der kranke Muskel einer Entladungsdauer von circa $^1/_{1000}$ bis $^5/_{100}$.

Es versteht sich von selbst, dass diese Zahlen nur auf unsere Versuche passen und keinen Anspruch auf allgemeine Gültigkeit machen können. Diese Versuche müssen wiederholt und vervollkommnet werden. Ich glaube aber, dass sie geeignet sind, verschiedene für die Physiologie und Electrotherapie wichtige Fragen ihrer Lösung nahe zu bringen. Mein Zweck ist erreicht, wenn es mir gelingt, die Aufmerksamkeit der Collegen auf die Condensatoren zu lenken.

Th. Studer.

Ueber

Säugethierreste

aus

glacialen Ablagerungen des bernischen Mittellandes.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 14. Januar 1888.)

Die Geröll- und Lehmablagerungen, welche die Gletscher de Diluvialzeit in unserm Mittellande zurückgelassen haben, sind bekanntlich sehr arm an Thierresten. Es mag dieser Umstand zum Theil damit zusammenhängen, dass sich das Material, welches die Ablagerungen bildet, sehr schlecht zur Conservirung von Knochen und anderen thierischen Hartgebilden eignet, andrerseits damit, dass zur Zeit der grossen Ausdehnung der Gletscher am Nordfusse der Alpen, die Thiere mehr oder weniger verdrängt wurden und sich auf die über das Eismeer hervorragenden Felseninseln oder den eisfreien Rand der Gletscher beschränken mussten. Und doch müssen uns Funde von Thierresten der Diluvialzeit ungemein wichtig sein, da dieselben uns allein den massgebenden Anhaltspunkt verschaffen, in welche Zeit wir die Ablagerung zu verlegen haben; ist doch ein bedeutender Unterschied in der faunistischen Zusammensetzung, namentlich der Säugethiere, zwischen der älteren Glacialzeit und der jüngern wahrzunehmen.

Die Funde, welche bis dahin in unsrem Mittellande gemacht wurden, sind folgende: Reste von Murmelthieren und zwar der noch heute die Alpen bewohnenden *Arctomys marmotta L.* fanden sich im Glacial-

Kies von Niederwangen, der Felsenau bei Bern, von Gümligen, Zimmerwald, Sinneringen, Schüpfen, Fraubrunnen, Grafenried, Niederwangen, Burgdorf (S. Rütimeyer, Ueber die Herkunft unserer Thierwelt, eine zoogeographische Skizze. Basel und Genf. 1867, pag. 50, und *Bachmann,* Murmelthierreste im Gletscherschutt. Mittheilungen d. naturf. Ges. in Bern. 1883. 2. Heft, pag. 27.), von *Dachs, Meles taxus L.* im Gletscherschutt vom Längenberg bei Bern.

Reste von *Elephanten* sind in unsrer Gegend hin und wieder angetroffen worden; über den Fund eines Stosszahnes am Ramisberg bei Sumiswald berichtete unlängst Herr Professor Dr. Baltzer, (S. Mittheilungen d. Bern. Naturf. Ges. 1885. pg. 189), ein Backzahn, welcher unzweifelhaft dem Elephas primigenius gehört, fand sich in einer Gletscherablagerung bei der Bundesgasse in Bern, ein Stosszahn in einer Kiesgrube bei Rapperswyl, bei Affoltern, ein stark gerollter Radius in einer Kiesgrube bei der Neubrücke. (S. *Bachmann,* Ueber die in der Umgebung von Bern vorkommenden versteinerten Thierreste. Bern. 1867.) Bei keinem der Elephantenreste, mit Ausnahme des in Bern gefundenen Backzahnes, lässt sich mit Sicherheit bestimmen, ob er von dem älteren Elephas antiquus oder dem jüngeren E. primigenius herstamme, so dass dieselben für Bestimmung des Alters der Ablagerung weniger Werth haben. In neuerer Zeit haben nun zwei Kiesgruben der Umgebung Säugethierreste geliefert, welche zunächst das Verzeichniss unsrer Diluvialfauna um drei Arten vermehren, zugleich auch das Alter der betreffenden Glacialablagerung mit einiger Sicherheit kennzeichnen. Die erste liegt in der Nähe des Dorfes Rapperswyl im Amte Aarberg, links von der nach Büren führenden Strasse zwischen dem genannten Orte und dem Dorfe Wengi. Die sehr ausgedehnte Grube ist in einem mächtigen Lager von fluvioglacialem, verwaschenen Kies angelegt, der aus faustgrossen und kleineren Geschieben mit dazwischen liegenden Sandlagern besteht.

Schon in früherer Zeit wurde hier das Fragment eines Stosszahnes vom Elephanten gefunden, das in die Sammlung von Herrn Dr. Uhlmann in Münchenbuchsee kam und gegenwärtig dem Museum in Bern gehört. Ferner übermachte mir Herr Dr. Uhlmann vor einigen Jahren eine Anzahl Pferdezähne, welche dieser Kiesgrube entstammten. Es sind vier Backzähne aus dem Unterkiefer eines ziemlich kleinen Pferdes, der Form des *Equus caballus* angehörend, die in der Grösse mit denen des Pferdes aus der Höhle von Thayngen übereinstimmen, dagegen solchen des Pferdes von Solutré an Grösse nachstehen. Herr

Dr. Uhlmann theilte mir zur Erläuterung der Fundstelle eine Profilzeichnung mit, wonach die Zähne 34' tief im Kies und 51' tief unter der Oberfläche begraben lagen.

Am 14. Februar 1885 fand während der Arbeiten in der Grube der Grubenmeister Johann Ruchti in 30 Fuss Tiefe den Unterkiefer eines jungen Rhinoceros tichorhinus. Die Leute waren über den Fund so verwundert, dass sich der glückliche Finder von den Augenzeugen die Sache bescheinigen liess.

Die Bescheinigung lautet:

«Den 14. Februar 1885 waren die Unterzeichneten Augenzeugen, dass der Grubenmeister Johann Ruchti in der Kiesgrube zu Rapperswyl circa 30 Fuss tief unter Grien in einer Sandschicht den Unterkiefer eines grossen Thieres gefunden, in welchem sich noch eigenthümliche Backenzähne befinden».

Dies bescheinigen folgende damals gewesene Grubenarbeiter von Wengi. Datum der Unterschriften, den 1. März 1885.

Johannes Kämpfer. Jakob Beer.
Bendicht Hofer. Gottfried Bangerter.
Joh. Hauert.»

Herr Joh. Hauert aus Rapperswyl brachte den Kiefer nebst Zeugniss nach Bern und stellte beides in verdankenswerther Weise dem Museum zur Verfügung.

Der Kiefer stellte sich heraus als die rechte Unterkieferhälfte eines jungen *Rhinoceros tichorhinus*. (S. darüber *Studer*, Sitzungsber. d. naturf. Ges. Bern. 1885. pag. IX.)

Der Kiefer ist vom Winkel bis zum Incisivrand 35 cm. lang. In dem wenig verbreiterten, ganz erhaltenen Incisivlöffel bemerkt man zwei fast verstrichene Alveolen.*) Von den Backzähnen sind vier vollkommen aus den Alveolen getreten und zeigen Abnutzung. Der vordere kleine Praemolar ist noch vorhanden. Der fünfte Backzahn hatte noch nicht das Zahnfleisch durchbrochen, seine Krone ragt nur wenig über den Alveolenrand hervor und zeigt noch keine Spur von Abnutzung, vom sechsten Molar ist nur die aufgebrochene Alveole zu erkennen.

In letzter Zeit brachte nun Herr *Joh. Hauert* einen zweiten Fund aus dieser Kiesgrube, in einer Tiefe von 50 Fuss in einem Lager

---

*) Das Vorhandensein von kleinen hinfälligen Schneidezähnen im Milchgebiss von Rhinoceros tichorhinus wurde zuerst von Giebel, Bronns Jahrb. 1848 pag. 28, und von Brandt, Bullet. Acad. St. Petersb. VII. p. 305 constatirt.

von Kies und Sand entdeckt. Es ist dieses der untere Theil der Geweihstange eines *Rennthieres*. Trotzdem, dass nur die schwach entwickelte Rose, die Augen- und Eissprosse in ihren Ursprüngen erhalten sind, lässt sich doch die Art daran leicht erkennen. Der Augenspross ist schwächer als der Eisspross, entspringt unmittelbar über der Rose und biegt sich nach vorn und unten. Die Basis des Eissprosses ist breit, abgeplattet und in ihrem erhaltenen Theil viel stärker als der Augenspross, ferner nach aussen sich ansetzend gegenüber dem Augenspross. Die Stange ist von der Basis an stark nach hinten und aussen gebogen und 11 cm. über dem Eisspross abgebrochen. Beim Edelhirsch tritt bekanntlich der cylindrische Eisspross erst bei dem Zehnender auf und dann ist der Augenspross viel stärker und namentlich die Rose kräftiger entwickelt, als es hier der Fall ist. Unser Museum besitzt ein Rennthiergeweih aus Lappland, welches in seinem Anfangstheil ganz die Verhältnisse unsres Fossiles zeigt. Das ganze Stangenstück hat eine Länge von 26,5 cm., der Durchmesser der perlenlosen Rose 42 mm., der Stange über dem Augensprosse 36 mm. Am Ursprung des Eissprosses plattet sich die Stange etwas ab und liefert eine platte Basis des Sprosses, dessen Höhendurchmesser 29 mm. und dessen Breitendurchmesser 15 mm. beträgt. Von den Rennthiergeweihen des Bernermuseums, 3 Paare und eine Einzelstange, zeigt die rechte Stange eines lappländischen Rennthieres ganz analoge Verhältnisse. Im Mai 1885 erhielt ich durch Herrn Pfarrer Kasser in Huttwyl, gegenwärtig Pfarrer in Könitz, eine grosse Säugethierpatella, welche 18′ tief in einer Kiesgrube von Glacialschutt bei Huttwyl gefunden worden war. Die genauere Untersuchung zeigte, dass wir es auch hier mit einem Knochen von Rhinoceros, wahrscheinlich R. tichorhinus zu thun haben und diese Vermuthung wird dadurch bekräftigt, dass kurz darauf in derselben Schicht die Hufphalange eines Rennthieres gefunden wurde, welche mir ebenfalls von Herrn Pfarrer Kasser gütigst mitgetheilt wurde. Ueber dem Glacialschutt kommt bei Huttwyl eine lössartige Lehmbildung vor, in welcher platte Concretionen ähnlich den bekannten Lösskindchen lagen, von denen Herr Pfarrer Kasser Proben mitgetheilt hat.

Diese Funde verlegen nun die Ablagerung bei Rapperswyl, sowie den Gletscherschutt von Huttwyl in die spätere Glacialzeit. Das Auftreten des Rhinoceros tichorhinus, des Mammuths, des Rennthieres und des Equus caballus findet in Mitteleuropa in der späteren Glacialzeit statt, alle drei haben die Glacialperiode noch überschritten. Renn-

thier, Rhinoceros und Mammuth nebst Pferd, Moschusochse und grossen Katzen- und Bärenarten waren in Mitteldeutschland, Belgien und Frankreich Zeitgenossen des Menschen. Innerhalb der Grenzen unseres Vaterlandes finden wir in der Höhle von Thayngen neben menschlichen Artefakten die Knochen des Rennthieres, Rhinocerosses und Mammuthes, neben Pferd, Moschusochsen, Höhlenlöwen, Eisfuchs und Schneehasen (S. *Rütimeyer*, Veränderungen der Thierwelt in der Schweiz. Basel, 1875), und es ist sehr wohl möglich, dass, während bei Schaffhausen und in Schwaben der Mensch schon in Felsklüften seine Wohnstätte aufschlug und die flüchtigen Pferde und Rennthierheerden verfolgte, noch Gletscher unsre heimischen Thäler durchfurchten und ihre Moränen über Bern vorschoben.

Das Rennthier scheint übrigens noch länger bei uns ausgehalten zu haben, als die schwerfälligen Elephanten und Rhinocerosse. Die Höhlen des Salève, die Felskluft der Grotte du Scé über Villeneuve enthalten noch seine Reste in Gemeinschaft mit denen heutiger Alpenthiere, so von Bär, Fuchs, Schneehasen und Schneehuhn; am Salève mit denen von Steinbock, Gemse, Hirsch, Pferd, Murmelthier, Luchs, Dachs, Bär und den obengenannten. (S. *Rütimeyer*, Archiv f. Anthropologie. Bd. VI., Heft 1, pg. 59. *H. de Saussure*, Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle 1870.)

Das Rennthier scheint sich daher mit anderen arktischen Thieren, wie Schneehasen, Schneehuhn, mit dem allmählig zurückweichenden Gletscher in die Höhen der Alpen zurückgezogen zu haben, wo es aber, wohl wegen zu geringer Ausdehnung seines Nahrungsgebietes, das es noch mit Gemse und Steinbock und vielleicht auch mit dem Wildpferd (nach *Strabo* kamen Wildpferde noch zur Römerzeit in den Alpen vor) theilen musste, frühe verschwand. Es wäre daher wohl zu erwarten, dass in Höhlen der Alpen noch einmal seine Ueberreste zum Vorschein kommen werden.

Th. Studer.

Ueber die Arctomysreste aus dem Diluvium der Umgegend von Bern.

(Theilweise vorgelegt in der Sitzung vom 21. Januar 1888.)

Kurz nachdem das Vorige in Druck gegeben, erhielt ich durch Herrn *Schnorf,* Wirth im Restaurant der Station Zollikofen, die Nachricht, dass derselbe in einer Kiesgrube bei seinem Hause in 5 Meter Tiefe das Skelett eines kleineren Thieres gefunden habe. An Ort und Stelle fand ich, dass es sich um das fast vollständige Skelett eines Murmelthieres handle, das in einer im Glacialschutt angelegten Kiesgrube, in gelblichem Sand eingebettet, gefunden worden war. Das Skelett wurde mir von Herrn *Schnorf* in verdankenswerther Weise für das Museum überlassen. Die Fundstelle verhielt sich kurz folgendermassen. Beim Dorfe Zollikofen erhebt sich ein niederer Moränenwall, der einen waldbewachsenen Rücken darstellt. Er zieht sich bogenförmig von Südwest nach Ost, um endlich im Südost zu verstreichen. Derselbe wurde für die von Bern nach Schönbühl führende Strasse, sowie für das Eisenbahntracé und das Stationsgebäude durchstochen, an den westlichen Abhang des Durchstiches lehnt sich die Restauration, hinter welcher der Besitzer eine kleine Kiesgrube angelegt hat.

Hier zeigt sich, dass der der südlichen, concaven Seite des Walles entsprechende Theil hauptsächlich aus Blocklehm besteht. Eckige Blöcke und kleinere Geschiebe von hellem und dunklem Kalk, Niesensandstein, Gneiss, Nagelfluhgraniten liegen unregelmässig in einer Masse von grobem Sand und Lehm eingebettet. Die meisten Kalke zeigen zahlreiche unregelmässig sich kreuzende Gletscherschrammen, am nördlichen, convexen Abhang sind die Geschiebe kleiner und zeigen Spuren von geschichteter Lagerung und nesterartige

Sandeinlagerungen. In einer solchen, von gelbem Sande umhüllt, in einer Tiefe von 5 Metern von der Oberfläche des Walles, lagen die Knochen beisammen, meist ganz, nur der Schädel war bis auf einen Unterkiefer und einen Oberkiefer gänzlich zertrümmert, einige Skelettheile wurden auch beim Herausgraben zerbrochen. Die Knochen sind gelblich, spröde und kleben an der Zunge.

Der Moränenwall scheint dem alten Rhonegletscher seinen Ursprung zu verdanken; auf demselben fand sich im Walde ein grosser Saussurit-Block. Nach Aussage von Herrn *Schnorf* lässt sich der Kies bis 1 Meter unter das Niveau der Strasse verfolgen, von da stösst man auf Nagelfluh. Möglicher Weise ist es die diluviale Nagelfluh, welche weiter südlich am Ufer der Aare und noch an der Strasse von der Tiefenau nach Zollikofen ansteht und dann bei Zollikofen von dem Moränenschutt überlagert wird.

Was bei den gefundenen Murmelthierknochen vor Allem auffällt, sind die bedeutenden Dimensionen derselben gegenüber denen recenter Alpenthiere. Dasselbe gilt auch für die Schädel, welche an anderen Stellen des Landes im Diluvialkies gefunden wurden. Es liegt daher nahe, die Frage zu untersuchen, ob die diluvialen Murmelthierreste der schweizerischen Ebene dem Alpenmurmelthier, *Arctomys marmotta*, oder einer anderen Art angehören.

Nachdem zuerst *Nehring* (Zeitschr. f. d. ges. Naturw. 1876, Bd. 48, pag. 231—236) nachgewiesen, dass die Reste diluvialer Murmelthiere von Westeregeln dem *Arctomys bobac Schreb.*, welches gegenwärtig noch die central-asiatischen und russischen Steppen bewohnt, angehören, hat *Hensel* (Arch. für Naturg. 1879, 25. Jahrgang, 2. H., pag. 198 u. f.) die Frage über die Art der diluvialen Murmelthiere Deutschlands auf's Neue geprüft und vor Allem die osteologischen Unterschiede zwischen Bobac und Marmotta festgestellt. Er bestätigt, dass die Murmelthierreste von Westeregeln dem Bobac angehören und vermuthet, dass die von *Liebe* (Zool. Garten 1878) beschriebenen Murmelthierreste aus *Gera* in Ostthüringen ebenfalls diese Art repräsentiren. In neuerer Zeit untersuchte *E. Schaeff* (Arch. f. Naturg., 53. Jahrg., I. Bd., 1. H., pag. 118) Murmelthierreste aus dem Löss bei Aachen und von Unkelstein bei Remagen. Nach den von Hensel aufgestellten Skelettunterschieden rechnet er diese zu *Arctomys marmotta*, es zeichnen sich dieselben, wie die unsrigen, durch eine bedeutende Grösse aus.

Die Hauptunterschiede, welche der Schädel des Bobac gegenüber dem von Marmotta zeigt, sind nach *Hensel:* grössere Breite zwischen den Jochbogen wie des Hinterhauptes; die Nasenbeine sind breiter, dagegen etwas kürzer. Der Stirnbeinfortsatz des Zwischenkiefers überragt beim Bobac nach hinten denjenigen des Oberkiefers, bei Marmotta erstrecken sich beide gleich weit nach hinten zu.

Die Incisura supraorbitalis ist beim Bobac tiefer als bei Marmotta. Die Processus postorbitales sind beim Bobac mehr abstehend, länger und schmäler, sich nach ihren Enden langsam und gleichmässig verschmälernd.

Die Schläfenlinien gehen nach vorn in den hintern Rand des processus postorbitalis über, bei Marmotta steigen sie zunächst auf seine Oberseite, um dann erst, nach aussen zurückbiegend, in dem Rande zu verlaufen.

Der obere Rand der Schläfenbeinschuppe verläuft, sich deutlich vom Schläfenbein abhebend, über dasselbe nach hinten zu. In der Tiefe des Thales, welches die Oberfläche des Schädels vor der Erhebung der Crista occipitalis etwa im Meridian der äusseren Gehöröffnung bildet, nähern sich die Ränder der beiden Schuppen einander bis auf 16½ mm. Bei dem Bobac entfernen sie sich darauf wieder von einander, bis sie in einem gegenseitigen Abstande von 23 mm. auf der Höhe der Crista occipitalis enden. Bei Marmotta entfernen sich jene Ränder hinter der Stelle der grössten Annäherung nicht, oder fast gar nicht von einander.

Das Foramen magnum ist beim Bobac viel breiter als hoch, bei Marmotta nur wenig breiter als hoch.

Dazu fügt *Schaeff* (l. c.) noch das Merkmal, dass die oberen Ränder der Augenhöhlen beim Bobac nach vorn convergiren, bei Marmotta annähernd parallel sind.

Auf einen durchgreifenden und leicht zu eruirenden Charakter hat schon *Nehring* (l. c.) aufmerksam gemacht, nämlich, dass bei Bobac der vordere Praemolar des Unterkiefers zweiwurzelig, bei Marmotta dreiwurzelig ist und dass bei letzterem an der Vorderseite des vordersten Praemolaren ein kleiner Höcker vorhanden ist, welcher dem Bobac fehlt.

Diese letzteren Kennzeichen werden von den spätern Beobachtern bestätigt. Endlich berichtigte *Hensel* den von *Blasius* (Naturg. d. Säugethiere Deutschlands, Bd. 1) durch ungenügendes Material veranlassten Irrthum, der von *Brehm* (Thierleben) wiederholt wurde,

wonach der Bobac kleiner als die Marmotta sein sollte und weisse Schneidezähne habe. Der Bobac hat, wie Marmotta, gelbe Schneidezähne und erreicht durchschnittlich eine bedeutendere Körpergrösse als das Alpenmurmelthier.

Es liegen mir vom diluvialen Murmelthiere des bernischen Mittellandes folgende Reste vor:

1. Ein vollkommener Schädel mit Unterkiefer aus einer Kiesgrube bei Schüpfen, Amt Aarberg, eben daher Schädeltheile und Extremitätenknochen.
2. Ein Schädel aus Grafenried, Amt Fraubrunnen, daneben Unterkiefer, eine Ulna und zwei Femur.
3. Schädelfragmente und Extremitätenknochen eines jungen Thieres aus Gletscherschutt in der Felsenau bei Bern.
4. Zwei Schädel aus dem Gletscherschutt bei Zimmerwald, einer von einem alten Thiere und einer von einem jungen.
5. Ein Schädel von einem alten Murmelthier aus einer Kiesgrube im Steinhof bei Burgdorf.
6. Schädel ohne Unterkiefer aus einer Kiesgrube bei Gümligen.
7. Extremitätenknochen und Wirbel aus dem Glacialschutt von Niederwangen.
8. Fast sämmtliche Skeletttheile und ein Unterkiefer aus Glacialschutt bei Zollikofen.

Im Ganzen 5 Schädel mit abgebrochenen Jochbogen, ausser einem, welcher vollständig erhalten ist; 3 Schädelfragmente und 6 Unterkiefer.

Zur Vergleichung mit recenten Murmelthieren liegen mir vor: 4 Schädel von Murmelthieren aus Graubünden, 2 Schädel aus Glarus, 4 aus den Berneralpen, 1 Skelett aus dem Berneroberland, Extremitätenknochen von 4 Murmelthieren aus Bern und Graubünden, 3 Skelette von erwachsenen Alpenmurmelthieren und 3 Schädel aus der anatomischen Sammlung, zwei Schädel von *Arctomys monax*, bezeichnet als Arctomys empetra, ebenfalls aus der anatomischen Sammlung.

Der grösste Schädel der recenten Murmelthiere stammt von einem Exemplar aus den Berneralpen mit einer Basilarlänge von 86 mm., bei andern ist die durchschnittliche Basilarlänge 82—85 mm. Bei den 5 fossilen Schädeln beträgt die Basilarlänge 87—92 mm.

Vergleichen wir nun an der Hand von Hensels Angaben über den Schädel des Bobac und an dem recenten Material unsere fossilen Murmelthiere, so fallen zunächst äusserlich an denselben gewisse

Merkmale auf, welche ihre Schädel von allen mir zu Gebote stehenden unterscheiden. Abgesehen von der Grösse, in welcher sie die recenten Marmottaschädel übertreffen, fällt die breite, in der Mitte concave Stirn auf, welche sich nach vorn kaum verschmälert, so dass die Oberaugenränder nahezu parallel sind und nicht nach vorn convergiren, die Gegend der Nasenwurzel erscheint erheblich breiter, als beim Alpenmurmelthier, ebenso erscheinen die Nasenbeine schon an der Wurzel breiter. Dieselben verbreitern sich dann nach vorn allmählig, so dass die äusseren Ränder zwei gerade divergirende Linien bilden, während bei recenten Marmottas dieselben sich gegen das Ende plötzlich mehr verbreitern und ihre Aussenränder dadurch nach aussen schwach concave Linien bilden. Die Nasenbeine krümmen sich gegen das Ende auch stärker abwärts und die Schnauze erscheint am Ende dicker. Bei den grössten recenten Murmelthieren hat die Schnauze in der Gegend des vorderen Randes der Nasenbeine eine Dicke von 20 mm., bei den fossilen: bei dem kleinsten Schädel 21 mm., bei einem grossen Schädel von Grafenried 25 mm. Ferner erscheint bei allen die Hinterhauptcrista sehr stark entwickelt, ebenso die Scheitelcrista und der hintere Parietaltheil des Schädels stark vertieft. Diese Charaktere geben dem Schädel, von oben betrachtet, eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Bobacschädel.

Was nun die speciellen Charaktere betrifft, auf welche Hensel bei Vergleichung beider Arten Gewicht legt, so verhalten sich unsere diluvialen Murmelthiere folgendermassen. Bei dem einzigen Schädel, welcher noch Jochbogen besitzt, verhalten sich dieselben wie bei Marmotta. Der Stirnfortsatz des Zwischenkiefers überragt denjenigen des Oberkiefers um etwas bei den Schädeln von Grafenried, Schüpfen und Gümligen, bei zwei anderen sind beide Fortsätze gleich entwickelt. Bei recenten Schädeln von Marmotta ist der von Hensel angegebene Charakter, dass sich beide Fortsätze gleich weit nach hinten erstrecken, ebenfalls nicht constant. An 16 Schädeln zeigen 7 ein weiteres Vordringen der Zwischenkiefernath nach hinten wie beim Bobac, so dass dieser Charakter nicht mehr als unterscheidender betrachtet werden darf.

Die Incisura supraorbitalis verhält sich bei den fossilen Schädeln verschieden, bei vieren sind es tiefe schmale Einschnitte, bei dem Gümligerschädel nur seichte dreieckige Ausschnitte, wie bei den meisten recenten Schädeln von Marmotta, doch trifft man auch dort solche, bei denen sie schmal, spaltförmig und seicht sind, so bei

einem aus der anatomischen Sammlung. Die Processus postorbitales entspringen mit breiter Basis an dem erhabenen oberen Augenrand und spitzen sich relativ rasch und gleichmässig zu, wie beim Bobac. Die Schläfenlinie geht bei allen, wie bei Marmotta, zuerst auf die obere Fläche des Hinterrandes des Processus postorbitalis.

Das Verhalten der Schläfenlinien ist bei den fossilen Schädeln ganz das von Marmotta. Die obern Ränder der Schläfenbeine divergiren nach hinten nicht, wie beim Bobac, sondern zeigen, wie bei Marmotta, eine Tendenz gegen einander nach der Crista occipitalis zu convergiren. Das Hinterhaupt ist nicht mehr verbreitert als bei Marmotta und das Foramen occipitale nicht quer verlängert, sondern fast kreisrund. Das Gebiss des Oberkiefers zeigt keinerlei Abweichung von dem der Marmotta, nur divergiren die Zahnreihen etwas mehr nach vorn und erscheint der harte Gaumen vor der Zahnreihe breiter und flacher. An allen Unterkiefern, 6 Individuen angehörend, besitzt der vorderste Praemolar 3 Wurzeln, zeigt also das Verhalten von *Arctomys Marmotta;* dagegen zeigt der entsprechende Milchzahn nur 2 Wurzeln. Unter allen mir vorliegenden Schädeln zeigt davon kein Unterkiefer eine Abweichung. Dagegen ist bei den fossilen Schädeln der vordere Höcker des Praemolars etwas schwächer entwickelt als bei recenten Thieren.

Ueber die näheren Verhältnisse des Schädels gibt die nachstehende Maasstabelle Auskunft. Die Maasse sind nach der von *Hensel* gegebenen Tabelle aufgenommen, nur habe ich zu den von ihm gewählten Maassen noch das der Stirnbreite vor dem Processus postorbitalis hinzugefügt. Dasselbe ist genommen in der Mitte zwischen Hinterrand von Processus postorbitalis und Incisura supraorbitalis.

Schädel (Maasse nach Hensel)	Fossil. Grafenried	Fossil. Burgdorf	Fossil. Schüpfen	Fossil. Zimmerwald	Fossil. Gümligen	Aachen n. Schaeff	Unkelstein n. Schaeff	Recent. A. marotta v. Mürren	Recent. A. marotta v. Glarus	Bobac nach Schaeff & Hensel
Basilarlänge	92	91	87	90	92	91—91,5	94	86	85	77,1—92,6
Scheitellänge . . .	102	99	98,5	100	103	103	104,5	98	94	79,5—104,4
Grösste Breite an den Jochbogen . . .	—	—	60	—	—	—	—	60	62	59—67
Grösste Breite vor dem Ansatz d. proc. postorb.	34	33	32	37	30	—	—	32	30	—
Grösste Breite d. Hinterhauptes	44	40	43	44	44	45	45,75	43	42	50—67
Höhe des Hinterhauptes	28	28	25	29	26	—	—	25	25	25,5—29,8
Höhe des foramen magnum	11	11	10	11	11	10,6 – 11	10	10	9	8—9,5
Breite des foramen magnum	12,2	11,5	11,5	12,5	12	12,75– 12,5	12,5	12	11	12—13
Länge des Unterkiefers	73	Zofikofen 72	66	—	—	69,64	65,64	66	62	55—68,4

Was die übrigen Skelettknochen, von denen eine grosse Zahl vorliegen, betrifft, so fehlt mir leider das Material, hier das Bobacskelett zur Vergleichung beizuziehen. Vorläufig kann ich nur constatiren, dass im Allgemeinen die Knochen in ihrem Baue keine merkliche Abweichung von Arctomys marmotta zeigen, nur sind sie, wie auch die Schädel, bedeutend grösser, an den langen Knochen die Knochenvorsprünge und die Muskelleisten sehr stark ausgebildet. In neuerer Zeit hat *Nehring* (Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde, Berlin, Jan. 1887, pag. 1—7) darauf aufmerksam gemacht, dass bei diluvialen Murmelthieren Deutschlands häufig die Knochenbrücke am Condylus internus des Humerus fehlt, während sie beim Bobac und recenten Alpenmurmelthier regelmässig vorhanden ist. Von den mir vorliegenden 8 Humeri fossiler Murmelthiere, welche 5 Individuen angehören, entbehrt keiner der charakteristischen Knochenbrücke, so wenig als an den vier Skeletten recenter Alpenmurmelthiere und den isolirten Humeri, welche ich vergleichen konnte.

Im Kreuzbein sollen nach Hensel beim Alpenmurmelthier vier Wirbel in Verbindung treten, beim Bobac drei. An Skeletten von alten Murmelthieren besteht das Kreuzbein aus 4 Wirbeln, doch bleibt eine Naht zwischen dem letzten und vorletzten lange sichtbar und bei solchen mittlerer Grösse hat die Verwachsung überhaupt noch nicht stattgefunden, so dass bei Zerfall des Skelettes der letzte Wirbel leicht abfällt.

Von drei Kreuzbeinen fossiler Murmelthiere zeigen zwei, welche alten Thieren angehören, vier Wirbel, der letzte ist aber deutlich durch eine Naht getrennt; der dritte, welcher einem jüngeren Thiere angehörte, hat drei Wirbel. Zur Beurtheilung der Grössenverhältnisse fossiler und recenter Murmelthiere folgen hier noch die Maasse einiger Knochen.

Maasse in Millimeter	Fossil. Schlipfen 1	Fossil. Schlipfen 2 (jung)	Fossil. Niederwangen	Fossil. Grafenried	Fossil. Zollikofen	Recent. Skelett a. d. anat. Samml.	Recent. Graubünden
Kreuzbein.							
Länge	53	—	49	—	—	44	—
Humerus.							
Länge	82	74 (jung)	82	—	80	75	74
Breite der untern Epicondylen	24	23	25	—	23	22	20
Radius.							
Länge							
Ulna.							
Länge	94	80 (jung)	—	84	—	82	—
Femur.							
Länge	—	—	—	90	90	84	82
Breite an Epicondylen	—	—	—	18	17	16	16
Tibia.							
Länge	—	—	—	—	90	79	74
Grösst. Sagittaldurchm.	—	—	—	—	14	11	10

Aus dieser Untersuchung ergeben sich folgende Resultate. Die Murmelthiere der diluvialen Ablagerungen unseres Mittellandes stimmen in den wesentlichen Charakteren ihres Skelettbaues mit dem Alpenmurmelthier *Arctomys marmotta* überein, zeigen aber daneben gewisse allen gemeinsame Eigenthümlichkeiten, welche sie als Varietät unsrer gegenwärtig in den Alpen lebenden Art unterscheiden lassen. Die Schnauze erscheint mehr verdickt und abgerundet, die Nasenwurzel breiter, die Körperdimensionen übertreffen diejenigen der recenten Art um ein erhebliches. In diesem Charakter stimmen sie mit den von Schäff beschriebenen diluvialen Murmelthieren des unteren Rheinthales überein. Wir dürfen daher die diluviale Form des Alpenmurmelthieres wohl als Varietät, *Arctomys marmotta L. var. primigenia Kaup.*, bezeichnen, welche wohl der direkte Vorfahr der gegenwärtig lebenden Marmotta ist.

Die Erscheinung, dass Arten der Diluvialzeit, welche sich bis in die Gegenwart erhielten, an Körpergrösse abgenommen haben, lässt sich auch bei andern Thieren verfolgen, so bei dem Steinbock, Edelhirsch u. a. Edelhirsch und Wildschwein erreichten noch zur Zeit der Pfahlbauten eine bedeutendere Grösse als gegenwärtig. Die Ursachen davon mögen denen analog sein, welche veranlassen, dass

viele Säugethiere, welche aus grösseren Landkomplexen auf kleine Inselgebiete versetzt werden, allmählig eine Zwergform annehmen. Bekannt ist, dass das Hauspferd, auf Inseln versetzt, nach wenigen Generationen zu einer kleinen Rasse sich umgestaltet. So sind die Pferde auf den Shetlandsinseln, auf Corsica, Sardinien, den Cap Verden, auf den kleinern Inseln des malayischen Archipels, Timor, Bali u. a., auf Japan, durch kleine Rassen repräsentirt; die aus Australien auf den Südseeinseln eingeführten grossen englischen Pferde werden schon nach wenigen Generationen klein. Dasselbe findet auch bei wilden Thieren statt. Der *Cervus russa Müll., (hippelaphus Cuv.)*, welcher auf Java und Borneo eine stattliche Grösse erreicht, ist auf den molukkischen Inseln zu der kleinen Rasse des *Cervus moluccensis* Quoy. geworden. Das Vorkommen von kleinen Flusspferden und zwergartigen Elephantenarten von nur 1—2 Meter Höhe im Diluvium von Malta, wird von vielen Geologen geradezu als Beweis betrachtet, dass die Insel sich in der Diluvialzeit vom Festlande isolirte und dadurch die dort lebenden grossen Dickhäuter degenerirten.

Die Ursache einer derartigen Degeneration scheint weniger mit veränderten oder verschlechterten Nahrungsverhältnissen als vielmehr damit zusammenzuhängen, dass mit der Beschränkung einer Thierart auf einen kleineren Raum die Gefahr einer Inzucht viel grösser ist, als bei einer solchen, die auf einem weiten, zusammenhängenden Terrain lebt. Die Thiere unserer Alpen sind aber durch die Veränderung des Klimas nach der Diluvialzeit und dem Rückzug der Gletscher vollständig in die Verhältnisse von inselbewohnenden Thieren gedrängt worden. Während zur Glacialzeit Murmelthier und Steinbock, als Felsen und steinige Flächen bewohnende Thiere, ein Areal inne hatten, das sich über die Schweiz und einen Theil Süd- und Westdeutschlands ausdehnte, fanden sie später, durch die Entwicklung des Waldes verdrängt, bald nur noch in den Höhen der Alpen passende Stätten und diese durch tiefe, bewaldete Thäler oder unübersteigliche Felskämme von einander getrennt, so dass ihre zerstreuten Colonieen ebenso isolirt von einander sind, wie wenn sie durch Meeresarme von einander gesonderte Inseln bewohnten. Unter diesen Verhältnissen muss aber, auch wenn die Individuen noch so zahlreich sind, zuletzt Inzucht und mit ihr eine Verkümmerung der Rasse eintreten, bis zuletzt, wie der Steinbock in unsern Alpen, die Art überhaupt von der Erde verschwindet.

A. Benteli.

Die Niveau-Schwankungen
der 13 grösseren Schweizer-See'n
im Zeitraume der 20 Jahre, 1867 bis und mit 1886.

(Mit einer graphischen Tafel.)

Vorgetragen in der Sitzung vom 18. Februar 1888.

Seit 1867 werden die Wasserstands-Beobachtungen der grösseren schweizerischen Flüsse und See'n gesammelt und die Resultate in graphischen Tabellen, in sogen. Jahres-Bulletins, veröffentlicht. Diese Zusammenstellung hydrometrischer Beobachtungen wurde s. Z. durch die hydrometrische Commission der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft ins Leben gerufen, zunächst zur Verfolgung wissenschaftlicher Zwecke, wie zur Erforschung der Abflussverhältnisse der verschiedenen schweizerischen Flussgebiete, der Verdunstungsverhältnisse, des Einflusses der verschiedenen Culturarten etc. Da die Registrirung hydrometrischer Beobachtungen aber nicht nur wissenschaftlichen, sondern auch praktischen Werth hat — bekommt man doch dadurch die absolut nothwendigen Grundlagen für das Studium von Fluss- und See-Correctionen — so hat nur wenige Jahre später der Bund diese Arbeit an sich gezogen und dieselbe dem eidgen. Ober-Bauinspectorat übertragen. Das Beobachtungsmaterial hat sich im Lauf der Jahre so angehäuft, dass nun die Hydrometrie als eine besondere Abtheilung des eidgen. Bauwesens ein eigenes Bureau beschäftigt.

Zwanzig Jahre sind nun schon seit dem Erscheinen des ersten Jahres-Bulletins verflossen. Gewiss sind diese Bulletins schon oft benutzt worden beim Studium hydrotechnischer Projecte in den verschiedenen Flussgebieten. Nach dieser Richtung hin ist der Nutzen der Wasserstands-Beobachtungen in die Augen springend, aber auch bei Vergleichung der Wasserstands-Beobachtungen der verschiedenen Gewässer mit einander zeigen sich ganz interessante Dinge. Wir

möchten in Folgendem die Aufmerksamkeit auf die Wasserstands-Differenzen der grösseren schweizerischen See'n lenken, erstaunliche Verschiedenheiten treten da an den Tag.

Für die 13 grösseren See'n der Schweiz sind aus sämmtlichen bis jetzt erschienenen hydrometrischen Jahres-Bulletins Steigen und Fallen der Seeoberflächen addirt worden. Die Resultate sind, nach den Jahren geordnet, in Tafel I zusammengestellt und dazu die Summen von Steigen und Fallen während der ganzen Beobachtungszeit und die mittleren jährlichen Schwankungsgrössen h, sowie die Amplituden der Jahressummen beigeschrieben.

Die Summen von Steigen und Fallen der 13 See'n gehen sehr weit auseinander. Das niedrigste Mittel pro Jahr weist der Zugersee auf, 3,5 m und das grösste der Wallenstattersee und Lago Maggiore, beide mit 14,8 m. Die grösste vorgekommene jährliche Summe der Wasserstands-Differenzen hatte Lago Maggiore im Jahre 1872, nämlich 31,2 m. Durch die Reihe der 20 Jahre (1867—1886) hindurch zeigen die See'n in Bezug auf die jährlichen Summen von Steigen und Fallen auch sehr verschiedenes Verhalten. Aus der Columne der Amplituden der Jahressummen ist zu entnehmen, dass die Wasserstands-Differenzen am gleichmässigsten sich einstellen bei Bodensee, Neuenburgersee, Zugersee und Genfersee, während bei Bielersee, Wallenstattersee, Lago di Lugano und ganz besonders bei Lago Maggiore durch die Jahre hindurch sich ein sehr ungleichmässiges Steigen und Fallen zeigt. —

Auf Steigen und Fallen eines See's haben viele Dinge Einfluss. Vor Allem führen wir wohl als wichtigsten Factor an das Verhältniss der Grösse f der Seefläche zur Oberfläche F des ganzen See-Einzuggebietes.

Je grösser das Verhältniss $\frac{f}{F}$ für einen See, desto geringer wird natürlich das Mass der Niveau-Schwankungen ausfallen. Ferner sind von nicht geringem Einfluss, die Lage des See's zum Einzugsgebiet, die Form des letzteren (mehr oder weniger langgestreckt), die Beschaffenheit der Einzugsgebiete (Fels, Firn und Gletscher, Thäler mit mehr oder weniger steilen Ablaufrinnen, verschiedene Culturarten etc.), die Verdunstung und endlich von bedeutendem Einfluss die Niederschlagsintensität im Einzugsgebiet und die Abflussverhältnisse. Alle diese Factoren sind nun für die 13 See'n ausserordentlich verschieden, desshalb darf nicht verwundern, dass die Angaben über Steigen und Fallen so weit auseinander gehen.

Vergleichen wir zunächst die mittleren jährlichen Summen der Wasserstands-Differenzen der verschiedenen See'n und zwar in erster Linie derjenigen See'n, die ihre Gewässer direct erhalten, Bodensee, Brienzersee, Murtensee, Vierwaldstättersee, Zugersee, Wallenstattersee, Genfersee und Lago di Lugano. Wir rechnen zu diesen See'n auch den Zugersee, obgleich sein Zufluss durch den Aegerisee (7 km^2), dessen Einzugsgebiet aber sehr klein ist, schon einigermassen regulirt wird. — Ungefähr gleiches Mass von Steigen und Fallen haben (siehe Tafel II) Bodensee, 700 cm, Vierwaldstättersee, 730 cm, Murtensee, 710 cm, und Lago di Lugano, 710 cm. Bei Bodensee und Vierwaldstättersee ist das Verhältniss der Seefläche zur Einzuggebietsfläche beinahe gleich, 0.0497 für den Bodensee und 0.0503 für den Vierwaldstättersee. Dass der Letztere ein im Mittel um 30 cm grösseres Mass von Steigen und Fallen pro Jahr hat, mag seinen Grund wohl hauptsächlich in rascherem Zufluss der Gewässer und in durchschnittlich grösseren Niederschlagsmengen haben. Für den Murtensee ist $f/F = 0.0352$, also ziemlich geringer, man hätte demnach eher bedeutendere Niveau-Schwankungen erwarten sollen. Das Gebiet der Broye ist ziemlich lang gestreckt, von unbedeutendem Gefäll und enthält viel sumpfiges Terrain, zudem befindet es sich so ziemlich nur in der Hochebene, wo die Niederschläge unbedeutender sind als im Gebirge; es ist also leicht denkbar, dass dem Murtensee verhältnissmässig geringere Wassermassen zufliessen und diese auch nur langsam. Für den Lago di Lugano ist $f/F = 0.0843$, also bedeutend grösser als bei Bodensee und Vierwaldstättersee, trotzdem ist die Summe der Schwankungen durchschnittlich beinahe gleich gross. Der See ist zum steilen und ziemlich kahlen Einzugsgebiete wenig excentrisch gelegen, bekömmt daher seinen Zufluss sehr rasch, zudem sind die Niederschläge auf der Südseite der Alpen bedeutender als auf der Nordseite und zwar an Menge und Intensität.

Geringer als bei den 4 besprochenen See'n ist die mittlere jährliche Schwankungssumme bei Zugersee, 350 cm, und Genfersee, 540 cm, dagegen grösser bei Brienzersee, 970 cm, und Wallenstattersee, 1480 cm. Für den Zugersee haben wir weitaus das grösste f/F, nämlich 0.1516, dabei ist auch die theilweise Regulirung des Zuflusses durch den Aegerisee nicht zu vergessen. Man könnte sich eher darüber verwundern, dass die Schwankungen noch so erheblich sind bei so grosser Seefläche zu so kleinem Einzugsgebiet. Beim Genfersee ist $f/F = 0.0723$, also bedeutend grösser als beim Bodensee

und Vierwaldstättersee. Der See liegt gegenüber dem Einzugsgebiet, dessen Thalrinne durchschnittlich kein starkes Gefälle hat, sehr excentrisch; ca. 13 % der ganzen Fläche des Einzugsgebiets fallen auf Firn und Gletscher; die Niederschlagsmenge in dem interalpinen Gebiet der Rhone ist bekanntlich sehr gering. Diess sind alles Verhältnisse, welche ein geringes Schwanken des Genfersee-Niveau's erklärlich machen. Für den Brienzersee ist $f/F = 0.0262$, sehr klein. Die Anschwellungen der bedeutendsten Zuflüsse, Aare und Lütschine, kommen von beiden Seiten wohl gewöhnlich beinahe gleichzeitig und gleich stark, die 970 cm betragende jährliche Summe von Steigen und Fallen erscheint daher eher gering als gross. Der Wallenstattersee hat $f/F = 0.0222$, also noch etwas geringer, hat ganz ähnliche Zuflussverhältnisse, die Summe der Schwankungen ist freilich auch durchschnittlich sehr gross, 1480 cm pro Jahr.

Schon etwas leichter wird ein Vergleich der mittleren jährlichen Summen von Steigen und Fallen für die verschiedenen See'n, wenn man die jährliche Schwankungssumme h eines See's auf dessen ganzes Einzugsgebiet reducirt, das heisst h. $\frac{f}{F}$ für jeden See berechnet. Folgende einfache Ueberlegung führt zu dieser Reduction. Würde ein Seebecken von der Oberfläche f in einem gewissen Einzugsgebiet plötzlich doppelt so gross, so würden die zufliessenden Gewässer sich auf eine doppelte Fläche vertheilen, also Steigen und Fallen auch nur halb so gross ausfallen. Man hätte also $h : h' = f' : f$. Würde nun umgekehrt für denselben See f das Einzugsgebiet F doppelt so gross, so würde, wenn der Zufluss ebenso schnell käme, die Seesteigung auch ungefähr doppelt so gross, man hätte demnach $h : h' = F : F'$. Fassen wir zusammen, so bekommen wir $h : h' = \frac{f'}{F'} : \frac{f}{F}$ oder $\frac{h\,f}{F} = \frac{h'\,f'}{F'}$. Für alle See'n, *die ihre Gewässer direct erhalten*, sollte also der Ausdruck $\frac{h\,f}{F}$, also gleichsam die auf das ganze See-Einzugsgebiet reducirte jährliche Summe von Steigen und Fallen gleich ausfallen. Natürlich ist das nicht genau zu erwarten, da eben bei grösseren Einzugsgebieten die Gewässer weniger rasch dem See zufliessen und weil auch die anderen Verhältnisse, Niederschläge, Abfluss, Verdunstung, Gebietsbeschaffenheit etc. bei allen See'n mehr oder weniger verschieden sind. Berechnen wir immerhin für die See'n die Grössen $\frac{h.f}{F}$, so kann

man doch bei Vergleichung der Ergebnisse sich einigermassen ein Urtheil bilden über die übrigen auf das Schwanken eines See-Niveau's Einfluss habenden Verhältnisse.

Tafel II enthält für die 8 oben besprochenen See'n die Grössen $\frac{h.f}{F}$ in der letzten Columne. Unter dem Mittel 38,3 cm sehen wir die Angaben für Bodensee, Brienzersee, Murtensee, Vierwaldstättersee und Wallenstattersee, darüber diejenigen von Genfersee, Zugersee und Lago di Lugano. Sehr gering sind die Grössen $\frac{h.f}{F}$ bei Brienzersee und Murtensee, aber wohl aus verschiedenen Gründen. Der Brienzersee hat in seinem allerdings ziemlich niederschlagsreichen Einzugsgebiet volle 19 % Firn- und Gletscherfläche, dadurch wird aber der Zufluss meist etwas regulirt, übrigens ist auch das Abflussverhältniss nicht ungünstig. Der Murtensee bekommt, wie schon oben näher ausgeführt, seine Gewässer sehr langsam. Der Wallenstattersee, mit mit $\frac{h.f}{F} = 32.9$, zeigt jetzt, trotz der absolut grossen Schwankungszahl 1480 cm, eher ein günstiges Verhältniss. Da die Niederschlagsverhältnisse, Beschaffenheit des Einzugsgebiets und Lage des See's zum Einzugsgebiet eher ungünstig sind, so lässt diess auf ziemlich günstige Abflussverhältnisse schliessen. Bodensee und Vierwaldstättersee haben ziemlich gleiches $\frac{h.f}{F}$, nahe beim Mittel. Für den Genfersee ist $\frac{h.f}{F} = 39.0$ cm. Hier sind beinahe alle Einfluss habenden Factoren einem geringen Schwanken des See-Niveau's günstig, demnach muss man wohl auf ungünstige Abflussverhältnisse schliessen. Bekanntlich wurde ja auch immer darüber geklagt. Sehr gross ist $\frac{h.f}{F}$ für den Zugersee, 53,1 cm, und für den Lago di Lugano, 59.9. Beim Zugersee ist eben f/F ganz besonders gross, desshalb werden. die Gewässeranschwellungen, die der beträchtlichen Niederschläge in diesem Einzugsgebiet wegen jedenfalls bedeutend sind, sehr rasch dem See zuströmen, wenn auch ein Theil der zufliessenden Gewässer durch den Aegerisee regulirt wird. Vielleicht mag ausserdem ein etwas ungünstiger Abfluss Schuld sein an den allerdings nur verhältnissmässig erheblichen Schwankungen des Zugersee's. Beim Luganersee verwundern wir uns weniger über die hohe Zahl $\frac{h.f}{F} = 59.9$, da die

Zuflussrinnen sehr steil sind und die Regenfälle im Gebiete sehr intensiv. Begreiflicher Weise fällt die Grösse $\frac{h.f}{F}$ viel verschiedener aus für diejenigen See'n, die ihre Gewässer zum grossen Theil regulirt erhalten, nämlich für Thunersee, Neuenburgersee, Bielersee, Zürichsee und Lago Maggiore. Man sollte da wesentlich kleinere $\frac{h.f}{F}$ erwarten. Tafel II zeigt auch für Thunersee 18,8 cm, Bielersee 5,7 cm (vor der Correction), Zürichsee 30,9, also Grössen, die ziemlich unter dem Mittel der Werthe $\frac{h.f}{F}$ der ersten Seegruppe stehen. Beim Bielersee haben sich natürlich die Schwankungsverhältnisse ganz bedeutend verändert, seitdem die Aare zum grösseren Theile durch den Hageneck-Kanal dem Bielersee zufliesst. Während die Schwankungs-Summe früher 410 cm im Mittel betrug, ist sie im Mittel für die 10 Jahre (1877 — 86) auf 1080 cm gestiegen. Da immer noch ein Theil der Aaregewässer, 54 bis 108 m^3, durch das alte Aarebett abfliessen soll, so war es selbstverständlich nicht möglich, das Einzugsgebiet für den Bielersee für die gegenwärtigen Zuströmungs-Verhältnisse genau zu bestimmen. Die Grösse $\frac{h.f}{F}$ ist uns nur für den Zustand vor der Correction bekannt, nämlich 5,7 cm, jetzt ist sie viel bedeutender, wohl auf das Doppelte gestiegen. — Für den Neuenburgersee ist $\frac{h.f}{F} = 37{,}5$, somit beinahe gleich dem Mittel für die See'n, die alle Gewässer direct erhalten. Das hat jedenfalls seinen Hauptgrund in dem oft sehr gehemmten Abfluss, es kommt ja jetzt sogar vor, dass bei sehr grossen Anschwellungen des Bielersee's die Gewässer nach dem Neuenburgersee abfliessen. Den 4. September 1881 z. B. hatte der Bielersee die Höhe 432.99 über Meer, zu gleicher Zeit hatte der Neuenburgersee die Höhe *432.33*, der Bielersee stand also *höher* als der Neuenburgersee um 0.66 m.

Für den Lago Maggiore ist $\frac{f.h}{F} = 48.4$, über dem Mittel 38,3 der ersteren Seegruppe, aber doch kleiner als für den Lago di Lugano. Die Schwankungs-Verhältnisse sind eben für die beiden südalpinen See'n viel ungünstiger als für die See'n nördlich von den Alpen. Beide See'n scheinen auch ziemlich trägen Abfluss zu haben, wie aus folgenden Angaben über die grössten täglichen Seesteigungen hervorgeht.

Grösste tägliche Steigung			
	h	$\frac{h.f}{F}$	Datum
1. Bodensee . . .	0.3 m	0.015 m	11. auf 12. Juni 1876 12. „ 13. „ „
2. Brienzersee . . .	0.45	0.012	29. Nov. — 30. Nov. 1885
3. Thunersee . . .	0.60	0.012	dito
4. Murtensee . . .	0.40	0.014	11. Febr. — 12. Febr. 1879
5. Neuenburgersee .	0.15	0.014	10. Nov. — 11. Nov. 1875
6. Bielersee . . .	0.60	—	2. Sept. — 3. Sept. 1881
7. Vierwaldstättersee	0.45	0.023	30. Juli — 31. Juli 1874
8. Zugersee . . .	0.22	0.033	11/12. u. 12/13. Juni 1876 1/2 „ 2/3. Sept. 1881
9. Wallenstattersee .	1.14	0.025	30. — 31. Juli 1874
10. Zürichsee . . .	0.36	0.017	11. — 12. Juni 1876
11. Genfersee . . .	0.12	0.009	zu verschiedenen Zeiten
12. Lago di Lugano .	0.54	0.045	30. Nov. — 1. Dez. 1872
13. Lago Maggiore .	1.70	0.056	27. — 28. Sept. 1868

Die beiden süd-alpinen See'n Lago di Lugano und Lago Maggiore zeigen weitaus die bedeutendsten momentanen Anschwellungen. Diess einzig ungünstigen Abflussverhältnissen zuzuschreiben, wäre nun freilich gewagt, denn bekanntlich sind die Niederschläge auf der Südseite der Alpen weit intensiver und überhaupt bedeutend reicher als auf der Nordseite; auch begünstigen die den Einzugsgebieten gegenüber ziemlich centralen See-Lagen und die tief eingeschnittenen Thäler der Zuflüsse mit den vielerorts sehr kahlen Abhängen ein momentan rasches Anschwellen der See'n wesentlich. Ganz besonders auffallend ist die enorme Steigung des Lago Maggiore um 1.7 m vom 27. auf den 28. September 1868. Das war das intensivste Steigen des See's während der bekannten Hochwasser-Periode vom 16. September bis 4. Oktober 1868, die von so entsetzlich viel Unglück im Tessin- und Rheingebiet begleitet war. Das Niveau des Lago Maggiore ist während dieser ganzen Periode um volle $6^2/_3$ m gestiegen. Die Seefläche beträgt 214.3 Quadratkilometer, es sind somit vom 27. September auf den 28. September 1868 dem Seebecken (inclusive Niederschlag auf den See selbst) per Sekunde $\frac{214.300000 \times 1.7}{86400}$ = ca. 4217 Cubikmeter mehr zugeströmt als abgeflossen. Diess ist aber eine Wassermasse, die der Rhein erst bei ziemlich hohem Wasserstande an Basel vorbei-

führt. Welche Verheerungen wären wohl in den Gebieten unterhalb des Lago Maggiore eingetreten, wenn nicht der See die enormen Wassermassen einige Zeit zurückgehalten hätte. Freilich, die See-Anwohner werden auch empfindlich getroffen durch so ungewöhnliche See-Anschwellungen, aber das kommt doch kaum in Betracht gegenüber dem unermesslichen Schaden, den so furchtbar hoch angeschwollene *fliessende* Gewässer anzurichten im Stande sind. Wir können uns in der Schweiz nicht glücklich genug schätzen, so viel See'n zu besitzen, deren Retentionsvermögen unsägliches Unheil abzuwenden vermag.

Folgendes Tableau zeigt die Differenzen zwischen dem tiefsten und höchsten Wasserstande der See'n während der ganzen Beobachtungsperiode und ausserdem die mittleren Differenzen der tiefsten und höchsten Wasserstände eines Jahres, also die mittleren jährlichen Schwankungs-Amplituden. — Die 3 Jurasee'n sind hier nicht berücksichtigt, da die entsprechenden Angaben der durch die Correction total veränderten Verhältnisse wegen doch keinen Werth hätten. —

	Differenz zwischen höchstem und tiefstem Wasserstande während der ganzen Beobachtungs-Periode.	Mittlere Differenz zwischen höchstem und tiefstem Wasserstande während eines Jahres.	Beobachtungs-Periode.
	A.	B.	
1. Bodensee . . .	3.16 m	2.04 m	20 Jahre (1867—86)
2. Brienzersee . .	2.17	1.58	15 Jahre (1872—86)
3. Thunersee . . .	2.01	1.21	15 Jahre (1872—86)
4. Vierwaldstättersee	1.77	1.06	20 Jahre (1867—86)
5. Zugersee . . .	1.14	0.62	dito
6. Wallenstattersee .	3.75	2.62	dito
7. Zürichsee . . .	2.18	1.27	dito
8. Genfersee . . .	2.02	1.42	dito
9. Lago di Lugano .	2.60	1.41	19 Jahre (1868—86)
10. Lago Maggiore .	7.81	2.91	19 Jahre (1868—86)

Hiebei ist bemerkenswerth, dass das Verhältniss A/B beinahe für alle See'n ungefähr gleich gross ausfällt, es schwankt nur zwischen 1,4 und 1,8. Natürlich, Lago Maggiore macht auch hier wieder eine markante Ausnahme, indem für diesen See A/B = 2.7 wird.

Einiges Interesse bieten schliesslich noch die Curven der jährlichen Mittel-Wasserstände. Während für Brienzersee, Thunersee, Vierwaldstättersee, Zugersee und Zürichsee diese Curven sehr ruhig verlaufen, sehr geringe Differenzen aufweisen, zeigen die Curven von Genfersee, Bodensee, Wallenstattersee, Lago di Lugano und besonders von Lago Maggiore viel unruhigeren Verlauf. Der Mittel-Wasserstand des letzteren See's war z. B. 1870 bei 0.216 m und zwei Jahre später, 1872, bei 1.250 m, 1871 war er bei 0.345 m. Ueberhaupt übertreffen die Schwankungen des Lago Maggiore nach jeder Richtung hin bedeutend diejenigen der anderen See'n. Die See-Anwohner haben damit zu rechnen. Bei Dampfschiffstationen sahen wir Landungsbrücken, die für 3 verschiedene Höhenstufen eingerichtet waren.

Von besonderem Interesse sind die Curven der Jahres-Mittel der 3 Jurasee'n, da ja in den Zeitraum der 20 Jahre (1867—86) die Ausführung der Juragewässer-Correction fällt. Man sieht da, wie zuerst, von 1870 an, das Niveau des Bielersee's und dann, von 1876 an, auch die Niveaux des Neuenburger- uud Murtensee's heruntergezogen worden sind, bis die 3 See'n von 1880 an ungefähr den neuen Beharrungszustand zu zeigen scheinen. Man sieht sich jetzt im glücklichen Falle, constatiren zu können, dass die projectirte Seespiegel-Senkung des Bielersee's, dann auch diejenige des Neuenburger- und Murtensee's durch die Correction voll erzielt worden ist. Die Quote des projectirten Niederwassers des Bielersee's beträgt 431.62 m (nach den Mittheilungen über die Correction der Juragewässer von C. Culmann. — Nullpunkt des Pegels in Murgenthal bei 404.17.) und im Jahre 1886 beobachtete man den niedrigsten Wasserstand bei 431.12 über Meer. Das projectirte Niederwasser des Neuenburgersee's war angegeben zu 433.0 m, das Niederwasser von 1886 stellte sich ein bei 432.08 m. Die Hochwasser können noch nicht so recht verglichen werden, da in der kurzen Zeit des neuen Beharrungszustandes noch keine sehr bedeutenden Aare-Hochwasser gleichzeitig mit Zihl-Hochwasser zusammengetroffen sind. 1881 im September trat ein beträchtliches Aare-Hochwasser ein, in Folge dessen der Seespiegel des Bielersee's sich über das Niveau des Neuenburgersee's erhob, ohne jedoch die Höhe des früher projectirten Hochwasserstandes für den Bielersee zu erreichen.

Hoffen wir, dass nun auch der technisch vollkommen gelungenen Correction nach und nach der Segen für das umliegende Land folgen möchte, der auch anderwärts in ähnlichen Fällen — wenn auch sehr langsam eingetroffen — doch nicht ausgeblieben ist.

Summa der Wasser-

Fluss-Gebiet.		1867	1868	1869	1870	1871	1872	1873	1874	1875
		Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter
Rhein	**Bodensee** (Constanz)	8.3	8.2	6.5	6.4	7.0	7.1	6.5	6.5	7.6
Aare	**Brienzersee** . . . (Ringgenberg)	—	—	—	—	—	10.3	10.3	10.2	**12.4**
«	**Thunersee** . . . (Därligen)	—	—	—	—	—	11.6	9.2	8.4	11.0
«	**Murtensee** (Murten, von 1884 an Sugiez)	7.2	4.9	5.3	5.6	4.8	7.2	6.3	**4.0**	6.6
«	**Neuenburgersee** . (Neuenburg)	4.7	3.5	3.6	3.9	3.6	4.1	**2.8**	3.0	4.2
«	**Bielersee** (Nidau) .	5.1	**3.6**	4.1	4.1	3.7	5.5	4.7	6.1	7.7
Reuss	**Vierwaldstättersee** (Seeburg)	9.0	9.5	6.9	7.2	6.4	7.5	7.4	7.4	8.5
«	**Zugersee** (Zug) . .	**4.4**	3.6	4.2	**2.6**	2.9	3.5	3.7	3.3	3.0
Limmat	**Wallenstattersee** . (Weesen)	**19.7**	17.6	16.7	16.6	14.8	14.7	13.9	14.1	16.5
«	**Zürichsee** . . . (Schmerikon)	**8.4**	6.4	6.4	6.6	6.2	5.8	6.1	5.9	6.5
Rhone	**Genfersee** (Genf) .	4.7	4.9	**4.4**	4.7	4.5	3.9	5.4	5.0	5.3
Tessin	**Lago di Lugano** . (Lugano)	—	8.6	5.8	**2.9**	3.5	**12.2**	8.7	4.5	4.7
«	**Lago Maggiore** . (Locarno)	—	23.0	14.0	**6.6**	7.0	**31.2**	21.8	14.6	11.4

Tafel I

stands-Differenzen.

1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	Summa	Mittel h	Amplituden der Jahres-Summen.
Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter
8.6	8.6	7.0	6.8	7.5	6.7	6.5	6.3	5.7	6.8	5.7	140.3	7.0	2.9
9.3	12.1	9.1	5.8	9.0	10.9	10.7	9.3	9.0	8.5	7.9	(144.8)	9.7	6.6
9.8	11.7	9.9	8.2	10.2	10.2	7.6	10.0	8.6	9.8	8.1	(144.3)	9.6	4.1
7.7	7.5	9.9	10.2	—	9.1	10.9	7.6	4.7	7.6	7.1	(134.2)	7.1	6.9
4.5	4.4	4.7	3.7	3.6	4.6	4.9	5.4	3.3	5.4	5.0	82.9	4.1	2.6
8.1	9.3	11.3	7.9	7.8	10.5	13.6	11.4	10.5	12.4	13.2	160.6	8.0	10.0
5.4	9.6	8.3	8.0	6.5	6.7	5.4	6.3	4.6	6.8	6.1	146.5	7.3	5.0
4.0	3.7	4.0	3.8	3.0	4.0	3.8	2.9	2.9	3.2	3.8	70.3	3.5	1.8
15.2	18.0	15.5	12.4	13.6	13.6	13.5	12.6	10.8	15.9	10.2	295.9	14.8	9.5
7.5	7.9	7.0	6.7	6.2	7.0	6.3	5.4	4.9	5.6	5.5	128.3	6.4	3.5
6.5	6.8	6.3	6.7	5.3	5.7	5.9	6.7	4.9	6.0	5.1	108.7	5.4	2.4
7.1	9.5	8.9	9.0	6.8	5.9	9.7	6.8	3.5	8.7	8.8	(135.6)	7.1	9.3
9.8	14.8	15.5	14.3	13.8	11.0	18.9	9.4	7.8	18.1	19.1	(282.1)	14.8	24.6

Tafel II.

Mittlere jährliche Summa der Wasserstands-Differenzen, reducirt auf die Oberflächen der See-Einzugsgebiete.

	See	See-Oberfläche in km² f.	Oberfläche des See-Einzug-gebietes in km² F.	Verhältniss f/F	Mittlere jährliche Summe d. Wasser-stands-Differenz. h	Periode der Beobach-tungen.	Reducirte Wasser-stands-Differenzen-Summe $\frac{h.f}{F}$
					Ctm.		Ctm.
	I. See'n, die das zufliessende Wasser ihres Gebietes direct erhalten						
1	**Bodensee** . . .	539.1	10845	0.0497	700	1867-1886 20 Jahre	34.8
2	**Brienzersee** . . .	30.0	1145	0.0262	970	1872-1886 15 Jahre	25.4
3	**Murtensee** . . .	27.4	779	0.0352	710	1867-79 u 81-86 19 Jahre	25.0
4	**Vierwaldstättersee**	113.4	2254	0.0503	730	1867-1886 20 Jahre	36.7
5	**Zugersee**	38.5	254	0.1516	350	1867-1886 20 Jahre	53.1
6	**Wallenstattersee** .	23.3	1051	0.0222	1480	1867-1886 20 Jahre	32.9
7	**Genfersee** . . .	577.8	7995	0.0723	540	1867-1886 20 Jahre	39.0
8	**Lago di Lugano** .	50.5	599	0.0843	710	1868-1886 19 Jahre	59.9
						Mittel	38.3
	II. See'n, die ihre Gewässer zum Theil regulirt erhalten						
9	**Thunersee** . . .	47.9	2451	0.0196	960	1872-1886 15 Jahre	18.8
10	**Neuenburgersee** .	239.6	2620	0.0914	410	1867-1886 20 Jahre	37.5
11	**Bielersee**						
	a) 1867—1871	42.2	3057	0.0138	410	5 Jahre	5.7
	b) 1877—1886	42.2	*)	*)	1080	10 Jahre	*)
12	**Zürichsee** . . .	87.8	1816	0.0483	640	1867-1886 20 Jahre	30.9
13	**Lago Maggiore** .	214.3	6548	0.0327	1480	1868-1886 19 Jahre	48.4

*) Das ganze Einzugsgebiet des Bielersee's würde 8160 km² betragen, wenn das ganze Aaregewässer dem Bielersee zuströmen würde. Es fliessen nun aber 54 bis 108 m³ sekundlich durch das alte Aarebett hinunter, so dass wir einstweilen wenigstens noch nicht im Stande sind, eine einigermassen genaue Angabe über das Einzugsgebiet Bielersee's zu machen.

Dr. G. Huber.

Die Cassinischen Kurven.

Vorgetragen in der Sitzung vom 4. Februar 1888.

Eine Cassinische Kurve ist der Ort aller Punkte, für welche das Produkt der Abstände von zwei feste Punkten, den Brennpunkten, gleich einer constanten, positiven Grösse k ist.

Liegen die beiden Brennpunkte auf der x Axe im Abstand $x = \pm 1$ vom Coordinatenanfangspunkt, so ist ihre Gleichung:

$$(x^2 + y^2 + 1)^2 - 4x^2 = k^2. \qquad 1)$$

Lässt man k von 0 bis ∞ variiren, so erhält man unendlich viele solche Kurven, die alle die imaginären unendlich fernen Kreispunkte zu Doppelpunkten haben. Da sie sonst keinen Doppelpunkt mehr besitzen, so ist ihr Geschlecht $p = 1$, die Coordinaten x, y eines Punktes der Kurve lassen sich daher durch elliptische Funktionen eines Parameters ausdrücken. Zu dieser Darstellung gelangt man folgenderweise:

Setzt man in der Gleichung 1) $x^2 + y^2 = v$, so erhält man:

$$4x^2 = (v + 1 - k)(v + 1 + k)$$
$$4y^2 = (v - 1 + k)(k + 1 - v).$$

Hierin $v = (1 + k)\frac{1 - t}{1 + t}$ gesetzt, ergiebt:

$$x^2 = (1 + k)\frac{(1 - kt)}{(1 + t)^2} \text{ und } y^2 = (1 + k)\frac{(k - t)}{(1 + t)^2}.$$

Damit x und y reell werden, muss immer $t < k$ sein.

Es sind nun 3 Fälle zu unterscheiden:

I. $k < 1$

II. $k > 1$

III. $k = 1$ (Lemniskate).

Diese 3 Fälle sollen der Reihe nach behandelt werden.

I. $k < 1$.

In diesem Fall kann man setzen: $t = k\, sn^2\, u$, wo k der Modulus der elliptischen Funktion sei.

Dann werden die Coordinaten eines Punktes der Kurve:

2) $x = \pm\sqrt{1 + k}\,\frac{dn\ u}{1 + k\ sn^2 u}$, $y = \pm k\sqrt{1 + k}\,\frac{sn\ u\ cn\ u}{1 + k\ sn^2 u}$.

Zu jedem Werthe von u gehören 4 zu den Coordinatenaxen symmetrisch liegende Punkte.

Für $y = 0$:

1) $sn\ u = 0$, $u = 0$ und $x = \pm\sqrt{1 + k}$, Schnittpunkte A und A'.

2) $cn\ u = 0$, $u = K$, „ $x = \pm\sqrt{1 - k}$ „ B „ B'.

Die letzteren Schnittpunkte auf der x Axe sind nur reell, wenn $k < 1$.

Für $x = 0$ wird:

$dn\ u = 0$, $u = K + L$, und $y = \pm\sqrt{k - 1}$ = imaginär.

Dabei sind K und L die reelle und die imaginäre Periode der elliptischen Funktionen.

Die Kurve schneidet die y Axe nicht, sie besteht aus 2 getrennten Ovalen, symmetrisch zur y Axe, um die Brennpunkte F_1 und F_2 herum, denn für alle Werthe von u zwischen 0 und K erhält man reelle, endliche Werthe für x und y.

Für $k = 0$ erhält man die Brennpunkte selber.

Es sollen nun die *Doppeltangenten* der Kurve untersucht werden. Die Parameter der Schnittpunkte der Parallelen $y = \pm q$ zur x Axe bestimmen sich aus der Gleichung:

$$q = k\sqrt{1 + k}\,\frac{sn\ u\ cn\ u}{1 + k\ sn^2 u}, \text{ woraus folgt:}$$

$$sn^2\ u = \frac{k\ (1 + k) - 2q^2 \pm (1 + k)\sqrt{k^2 - 4q^2}}{2k\ (1 + k + q^2)}.$$

Die Schnittpunkte werden nur reell, wenn $q < \frac{k}{2}$ ist.

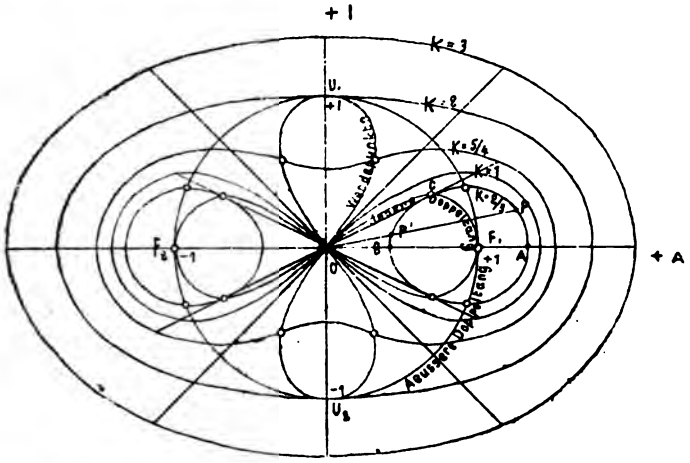
Für $q = \pm \frac{k}{2}$ fallen je 2 der 4 Schnittpunkte der Geraden mit der Kurve zusammen, die beiden Geraden $y = \pm \frac{k}{2}$ werden zu Doppeltangenten der Kurve. Für die Berührungspunkte derselben wird $sn^2\, u = \frac{1}{2 + k}$, und ihre Coordinaten

$$x = \pm \frac{1}{2} \sqrt{4 - k^2},\quad y = \pm \frac{k}{2}. \qquad 3)$$

Durch Elimination des k ergiebt sich:

$$x^2 + y^2 = 1, \qquad 4)$$

d. h. die Berührungspunkte der Doppeltangenton parallel der x Axe *liegen* auf dem *Einheitskreis* um O.



Die Parameter der Schnittpunkte der Geraden

$$y = tg\ \alpha\ .\ x = m\ .\ x$$

erhält man aus der Gleichung

$$sn^2\, u = \frac{k\,(1 + m^2) \pm \sqrt{k^2\,(1 + m^2)^2 - 4m^2}}{2\,k}.$$

Ist $k^2\,(1 + m^2)^2 - 4m^2 = 0$, so fallen von den 4 Schnittpunkten je 2 zusammen, die Gerade wird zur Doppeltangente. Es geschieht dies für die 4 Werthe: $m = \pm \left(\frac{1 \pm l}{k}\right)$, wo $l^2 = 1 - k^2$

gesetzt ist. Von diesen 4 Werthen ergeben aber nur die zwei, $m = \pm\left(\frac{1-l}{k}\right)$, reelle Lösungen; für dieselben wird $\operatorname{sn} u = \frac{1}{\sqrt{1+l}}$ also $u = \frac{K}{2}$.

Es giebt also 2 reelle Doppeltangenten CC′ und DD′ durch O, so lange $k < 1$ ist. Die Coordinaten der Berührungspunkte sind

5) $$x = \pm\sqrt{\frac{l\,(1+l)}{2}},\quad y = \pm\sqrt{\frac{l\,(1-l)}{2}}.$$

Für $k = 1$ werden diese zu $x = 0$, $y = 0$. Die Berührungspunkte auf der Doppeltangente fallen in O zusammen, es ist dies ein Doppelpunkt der Kurve, die Doppeltangenten gehen in Wendetangenten in demselben über. Für dieselben wird $m = \operatorname{tg}\alpha = \pm 1$, $\alpha = \pm 45^0$. Die Kurve ist die Lemniskate.

Durch Elimination des l aus den obigen Gleichungen ergiebt sich:

$$(x^2 + y^2)^2 - (x^2 - y^2) = 0,$$

d. h. die Berührungspunkte der innern Doppeltangenten liegen auf einer *Lemniskate* mit Doppelpunkt in O und den Brennpunkten $x = \pm\frac{1}{\sqrt{2}}$, $y = 0$. Sie geht durch die Brennpunkte $x = \pm 1$ der Cassinischen Kurven.

Der Bogen s der Kurve ist ausgedrückt durch das Integral;

$$s = k\sqrt{1+k}\int \frac{1 - k\,\operatorname{sn}^2 u}{\sqrt{1 - k^2\,\operatorname{sn}^4 u}}\,du.$$

Um dasselbe auszuführen, zerlegt man

$$\sqrt{1+k} = \sqrt{\frac{1+l}{2}} + \sqrt{\frac{1-l}{2}},$$

formt den Zähler etwas um und erhält

$$s = k\sqrt{\frac{1+l}{2}}\int \frac{1-(1-l)\operatorname{sn}^2 u}{\sqrt{1 - k^2\,\operatorname{sn}^4 u}}\,du + k\sqrt{\frac{1-l}{2}}\int \frac{1-(1+l)\operatorname{sn}^2 u}{\sqrt{1 - k^2\,\operatorname{sn}^4 u}}\,du.$$

Setzt man im ersten Integral: $\frac{1 - (1+l)\,\operatorname{sn}^2 u}{\operatorname{dn} u} = t$, so geht dasselbe über in:

$$-\frac{k}{2}\int \frac{dt}{\sqrt{\left(1 - t^2\right)\left(\left(1 - \frac{(1-l)}{2}\right)t^2\right)}}.$$

Ebenso geht das zweite Integral durch die Substitution:

$$t' = \frac{1 - (1 - l)\,\mathrm{sn}^2\,u}{\mathrm{dn}\,u} \text{ über in: }$$

$$-\frac{k}{2}\int \frac{dt'}{\sqrt{\left(1 - t'^2\right)\left(1 - \left(\frac{1+l}{2}\right)t'^2\right)}},$$

somit wird:

$$s = -\frac{k}{2} \times \tag{6}$$

$$\left[\int \frac{dt}{\sqrt{\left(1-t^2\right)\left(1-\left(\frac{1-l}{2}\right)t^2\right)}} + \int \frac{dt'}{\sqrt{\left(1-t'^2\right)\left(1-\left(\frac{1+l}{2}\right)t'^2\right)}}\right]$$

Der Bogen der Cassinischen Kurve ist also durch 2 elliptische Normalintegrale erster Art dargestellt.

Um den halben Umfang eines Ovales zu erhalten, muss man von $u = o$ bis $u = K$ integriren, also

für t von $t = 1$ bis $t = -1$
„ t' „ $t' = 1$ „ $t' = 1$.

Die Grenzen des zweiten Integrals sind also einander gleich, es verschwindet und es wird

$$\frac{U}{2} = -\frac{k}{2} \times$$

$$\int_1^{-1} \frac{dt}{\sqrt{\left(1-t^2\right)\left(1-\left(\frac{1-l}{2}\right)t^2\right)}} = k\int_o^1 \frac{dt}{\sqrt{\left(1-t^2\right)\left(1-\left(\frac{1-l}{2}t^2\right)\right)}}.$$

Der Werth dieses vollständigen Normalintegrals ist gleich K für den Modul $\frac{\sqrt{1-l}}{2}$, es werde mit K $\left(\sqrt{\frac{1-l}{2}}\right)$ bezeichnet. Der Umfang eines Ovals wird also

$$U = 2k\ K\left(\sqrt{\frac{1-l}{2}}\right). \tag{7}$$

Für $k = 1$, $l = 0$ erhält man den Umfang einer Lemniskatenschleife

$$S = 2\ K\left(\sqrt{1/2}\right).$$

Der Inhalt eines Sektors OAP der Kurve von der x Axe aus gerechnet, bestimmt sich aus dem Integral:

$$S = \frac{1}{2}\int_0^v r^2\, dv.$$

Im vorliegenden Falle ist:

$$r^2 = x^2 + y^2 = (1 + k)\,\frac{1 - k\,sn^2\,u}{1 + k\,sn^2\,u} \text{ und}$$

$$dv = k\left(\frac{1 - 2\,sn^2\,u + k^2\,sn^4\,u}{1 - k^2\,sn^4\,u}\right) du,$$

somit

$$S = \frac{k}{2}(1 + k)\int_0^u \frac{1 - 2\,sn^2\,u + k^2\,sn^4\,u}{(1 + k\,sn^2\,u)^2}\, du.$$

Setzt man $1 + k\,sn^2\,u = p$ und berücksichtigt die Formel:

$\frac{d^2}{du^2} Lg\,(1 + k\,sn^2\,u) = \frac{4\,(1+k)^2}{p^2} - \frac{4(1+k)^2}{p} + 2\,k\,p$, so folgt:

$$S = \frac{1}{4}\int_0^u \left[\frac{d^2}{du^2} Lg\,(1 + k\,sn^2\,u) - 2\,k\,p + 2\,k\,(1 + k)\right] du \text{ oder}$$

$$S = \frac{1}{4}\left[\frac{d}{du} Lg\,(1 + k\,sn^2\,u) + 2\,(k^2 - 1)\,u + 2\int dn^2\,u\,du\right]_0^u$$

8) $$S = \frac{1}{2}\left[\frac{k\,sn\,u\,cn\,u\,dn\,u}{1 + k\,sn^2\,u} - l^2\,u + Eam.\,u\right]_0^u.$$

Dieser Sektor OAP ist von O aus bis zur äussern Begrenzung der Kurve gerechnet. Der Sektor APP'B, welcher der Kurve angehört, ist:

$$S = \text{Sektor OAP} - \text{Sektor OBP'} = S_1 - S_2.$$

In den Schnittpunkten A und B der Kurve mit der x Axe hat u die Werthe 0 und K, der Berührungspunkt C der äussersten Tangente hat, wie gefunden, den Parameter $u = \frac{K}{2}$. Das Argument hat daher auf den Bögen AC und BC, in Punkten, die auf demselben Strahl durch O liegen, die Werthe u und K — u.

Der Sektor S_1 wird durch Formel 8 bestimmt, und S_2 erhält man, wenn in derselben u durch K — u ersetzt wird

$$S_2 = \frac{1}{2}\left[\frac{k\,sn\,u\,cn\,u\,dn\,u}{1 - k\,sn^2 u} - l^2(K - u) + E - Eam\,u\right]_0^u,$$

wo E das vollständige Normalintegral zweiter Art ist.

Der Kurvensektor APP'B wird nun:

$$S = Eam\ u - l^2 u - \frac{k^2\ sn^3 u\ cn\ u\ dn\ u}{1 - k^2\ sn^4\ u}. \qquad (9$$

Für $u = \frac{K}{2}$ erhält man den Inhalt eines halben Ovals:

$$\frac{O}{2} = \frac{1}{2}(E - l^2\ K),$$

somit der Inhalt eines Ovals:

$$O = E - l^2\ K, \qquad (10$$

annähernd $= \frac{\pi}{2}\ k^2$ für kleine k, mit Vernachlässigung der vierten und höhern Potenzen von k.

Für k = 1 erhält man den Inhalt einer Lemniskatenschleife

$$L = 1.$$

II. k > 1

In diesem Falle gelten die vorigen Formeln nicht mehr. Man transformirt zu einem Modul $k' = \frac{1}{k} < 1$ durch Transformation des ursprünglichen Periodenverhältnisses z zu einem neuen z' durch Substitution $z' = \frac{z}{1 + z}$.

Im transformirten System werden alle Grössen durch Accente bezeichnet. Dann gelten die Gleichungen:

$$z' = \frac{z}{1 + z},\ k = \frac{1}{k'},\ l = \frac{\sqrt{k'^2 - 1}}{k'},\ u = k'\ u',\ t = sn'\ u',$$

$$sn\ u = k'\ sn'\ u',\ cn\ u = dn'\ u',\ dn\ u = cn'\ u'.$$

Die Gleichungen der Cassinischen Kurve werden nun:

$$x = \pm\sqrt{\frac{1 + k'}{k'}}\ \frac{cn'\ u'}{1 + k'\ sn'^2 u'},\ y = \pm\sqrt{\frac{1 + k'}{k'}}\ \frac{sn'\ u'\ dn'\ u'}{1 + k'\ sn'^2 u'}. \qquad (11$$

Die Schnittpunkte mit den Axen werden:

Für $y = o$ 1) $sn' u' = o$, $u' = o$, $\quad x = \frac{\pm\sqrt{1+k'}}{k'} = \pm\sqrt{1-k}$.

2) $dn' u' = o$, $u' = K' + L'$, $x = \pm\sqrt{\frac{k'-1}{k'}} =$ imaginär.

$x = o \quad cn' u' = o$, $u' = K' \quad y = \sqrt{\frac{1-k'}{k'}} = \sqrt{k-1}$.

Die Kurve besteht aus nur einem Zweig, symmetrisch zu den Axen.

Die Geraden $y = \pm\frac{k}{2}$ sind wieder Doppeltangenten der Kurve; die Coordinaten der Berührungspunkte sind:

$$x = \pm\frac{1}{2}\sqrt{\frac{4k'^2-1}{k'}} = \pm\frac{1}{2}\sqrt{4-k^2},\ y = \pm\frac{1}{2k'} = \pm\frac{k}{2}.$$

Sie werden durch dieselben Gleichungen bestimmt wie diejenigen für die Cassinischen Kurven aus zwei Ovalen bestehend, die Berührungspunkte liegen also auf demselben Kreis

$$x^2 + y^2 = 1,$$

der durch die Brennpunkte geht.

Die Doppeltangenten sind nur reell, so lange $k < 2$ ist. Für $k = 2$ fallen die Berührungspunkte auf jeder derselben zusammen in den Punkten $x = 0$, $y = \pm 1$, die Doppeltangenten werden zu *Undulationstangenten*. Die Cassinische Kurve $k = 2$ hat daher 2 Undulationspunkte in $x = o$, $y = \pm 1$.

Für die Parameter der *Inflexionspunkte* muss die Bedingung erfüllt sein:

$$\frac{dx}{du'} \cdot \frac{d^2y}{du'^2} - \frac{dy}{du'} \cdot \frac{d^2x}{du'^2} = o$$

Es ist diese Bedingung erfüllt, wenn

$$sn'^2u' = \frac{k' + 2 \pm \sqrt{3\,(1-k'^2)}}{k'\,(2k'+1)}$$

Von den 8 Wendepunkten, die sich hieraus ergeben, sind aber nur 4 reell, denn das positive Vorzeichen der Wurzel liefert imaginäre Werthe für u'.

Für $k = k' = 1$, die Lemniskate, wird $sn' u' = 1$, $u' = K'$ und $x = o$, $y = o$; die 4 Wendepunkte fallen im Doppelpunkt zusammen.

Das negative Vorzeichen der Wurzel liefert einen reellen Werth für u', also 4 reelle Wendepunkte, so lange $1 > k' > 1/2$ oder $1 < k < 2$ ist. Denn wird $k' < 1/2$ so wird der obige Ausdruck für $sn'^2 u'$ wieder > 1, also u' imaginär.

Für die Grenze selber $k = 2$ wird $sn' u' = 1$, $u' = K'$ und die Coordinaten der Wendepunkte werden:

$$x = 0,\ y = \pm 1$$

d. h. in diesen beiden Punkten, die wir bereits als Undulationspunkte der Kurve $k = 2$ gefunden haben, fallen je 2 Wendepunkte zusammen.

Die Cassinischen Kurven mit 4 reellen Wendepunkten erhält man, wenn k zwischen 1 und 2 liegt; die untere Grenze $k = 1$ ist die Lemniskate mit Doppelpunkt, die obere Grenze $k = 2$ ein Oval mit 2 Undulationspunkten. Für $k > 2$ haben die Curven keine Doppeltangenten und keine Inflexionspunkte mehr, es sind Ovale; ein Kreis mit unendlich grossem Radius bildet die Grenze.

Die Coordinaten der Wendepunkte sind:

$$x^2 = -\frac{1}{6\,k'^2}(l'^2 - k'\,l'\sqrt{3}) \text{ u. } y^2 = \frac{1}{6\,k'^2}(l'^2 + k'\,l'\sqrt{3}). \quad (12$$

Durch Elimination von k' und l' ergiebt sich:

$$(x^2 + y^2)^2 + (x^2 - y^2) = 0 \quad (13$$

d. h. die Wendepunkte sämmtlicher Cassinischen Kurven liegen auf einer Lemniskate mit Doppelpunkt in 0, und den Brennpunkten auf der y Axe im Abstand $y = \pm \frac{1}{\sqrt{2}}$. Dieselbe geht durch die Undulationspunkte $x = 0$, $y = \pm 1$ und ist congruent mit der vorher gefundenen Lemniskate, auf welcher die Berührungspunkte der innern Doppeltangenten liegen, nur ist sie um 90° gedreht.

Für den Bogen s der Kurve erhält man:

$$s = \frac{1}{\sqrt{k'}} \cdot \sqrt{1 + k'} \int \frac{1 - k'\,sn'^2\,u'}{\sqrt{1 - k'^2\,sn'^4\,u'}}\,du'.$$

Vom Faktor $\frac{1}{\sqrt{k'}}$ abgesehen, ist das Integral dasselbe wie das im Fall I behandelte; es wird daher:

$$s = -\frac{1}{2\sqrt{k'}} \times$$

$$\left[\int \frac{dt}{\sqrt{(1-t^2)\left(1-\left(\frac{1-l'}{2}\right)t^2\right)}} + \int \frac{dt'}{\sqrt{(1-t'^2)\left(1-\left(\frac{1+l'}{2}\right)t'^2\right)}}\right]$$

Man erhält den Quadranten der Kurve, wenn man nach u′ von u′ = o bis u′ = K′ integrirt, und man erhält wie dort:

$$\frac{U}{4} = \frac{1}{\sqrt{k'}} K\left(\sqrt{\frac{1-l'}{2}}\right) = \sqrt{k}\ K\left(\sqrt{\frac{1-l'}{2}}\right),$$

somit der ganze Umfang der Kurve:

14) $$U = 4\sqrt{k}\ K\left(\sqrt{\frac{1-l'}{2}}\right).$$

Für k = k′ = 1, l′ = o erhält man den Umfang der Lemniskate:

$$U = 4\ K\left(\sqrt{1/2}\right)$$

Den Kurvensektor erhält man durch Transformation der Gleichung 8 auf das neue Periodenverhältniss:

15) $$S = \frac{1}{2k'}\left[\frac{k'\,sn'\,u'\,cn'\,u'\,dn'\,u'}{1 + k'\,sn'^2\,u'} + E'am\,u'\right]_0^{u'}.$$

Da die Kurve eintheilig ist, wird der Sektor vom Ursprung aus gerechnet. Der Inhalt eines Quadranten wird erhalten, wenn man von u′ = 0 bis u′ = K′ integrirt, somit

$$\frac{O}{4} = \frac{1}{2k'} E'am\ K' = \frac{E'}{2k'} = \frac{k}{2} E'.$$

Der Inhalt der ganzen Kurve wird also:

16) $$O = 2k\ E'.$$

Für kleine Werthe von k′ oder grosse Werthe von k wird annähernd

$$O = \pi\left(\frac{4k^2 - 1}{4k}\right)$$

nach Vernachlässigung der vierten und höhern Potenzen von k′.

Für k′ = k = 1 erhält man den Inhalt der Lemniskate:

$$L = 2.$$

III. k = 1. Die Lemniskate mit Doppelpunkt.

In diesem Falle wird bei Einführung von hyperbolischen Funktionen:

$$sn\ u = \frac{e^u - e^{-u}}{e^u + e^{-u}} = \frac{\mathfrak{sin}\ u}{\mathfrak{cos}\ u} = tang.\ u,\ cn\ u = dn\ u = \frac{1}{\mathfrak{cos}\ u}.$$

Die Coordinaten eines Punktes der Lemniskate werden nun, sowohl nach den Gleichungen 2 als auch nach den Gleichungen 11:

17) $$x = \pm\sqrt{2}\,\frac{\mathfrak{cos}\ u}{\mathfrak{cos}\ 2u} \text{ und } y = \pm\sqrt{2}\,\frac{\mathfrak{sin}\ u}{\mathfrak{cos}\ 2u}.$$

Für $\operatorname{cof} 2u = 0$, $u = \pm i \frac{\pi}{4}$ wird $x = \pm \infty$, $y = \pm i \infty$ und die Richtung dieser unendlich fernen, imaginären Punkte ist: $\frac{y}{x} = \pm i$, d. h. die unendlich fernen, imaginären Kreispunkte gehören der Lemniskate als Doppelpunkte an.

Für $u = \infty$ fallen je zwei entgegengesetzte Werthe von x und y im Ursprung zusammen. derselbe ist ein Doppelpunkt der Kurve.

Der Bogen der Lemniskate wird dargestellt durch das Integral:

$$s = \sqrt{2} \int \frac{du}{\sqrt{\operatorname{cof} 2u}}. \qquad (18$$

Um den halben Umfang einer Schleife zu erhalten, muss man $x = \sqrt{2}$ bis $x = 0$ oder von $u = 0$ bis $u = \infty$ integriren, so dass

$$\frac{U}{2} = \sqrt{2} \int_0^{\infty} \frac{du}{\sqrt{\operatorname{cof} 2u}}$$

Setzt man $\operatorname{cof} 2u = \frac{1}{\cos^2 \varphi}$, so wird:

$$U = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - \frac{1}{2} \operatorname{fin}^2 \varphi}} = 2K\left(\sqrt{1/2}\right). \qquad (19$$

Der Kurvensektor wird:

$$S = \int \frac{du}{\operatorname{cof}^2 2u} = \frac{1}{2} \operatorname{tang.} 2u. \qquad (20$$

Den Inhalt einer halben Schleife erhält man durch Integration von $u = 0$ bis $u = \infty$. Also:

$$\frac{J}{2} = \frac{1}{2} \left[\operatorname{tang.} 2u\right]_0^{\infty} = \frac{1}{2}.$$

Der Inhalt einer Schleife wird daher

$$J = 1$$

wie bereits früher gefunden.

Vergiftung durch die Speiselorchel

in Folge von

Ptomainbildung.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 5. Mai 1888.)

G. Jonquière.

I. Kranken-Geschichte.

(Persönlicher Bericht des Opfers.)

Ich hatte innerhalb der Monate November und Dezember 1887 dreimal nach Genuss desselben Schwammes mehr oder weniger starke Vergiftungs-Erscheinungen. Dieselben waren jedesmal im Wesentlichen dieselben, doch erst beim dritten Mal so prägnant aufgetreten, dass sie den Verdacht auf diese Schwämme genügend stark befestigten.

Das Corpus delicti war unter dem Namen «Morcheln» in einem hiesigen Kaufladen in getrocknetem Zustande gekauft worden. Die Schwämme wurden alle drei Male in einer Fleischdunke gekocht, nachdem sie vorher von der Köchin drei- bis sechsmal in sehr heissem Wasser ausgewaschen worden waren. Es wurden nach Aussage der Magd jedesmal nur vier oder fünf Stücke verwendet. Ich fand den Geschmack fade und hatte das Gefühl, ich beisse auf feinen Sand, ohne aber Sandkörner wahrzunehmen. Die übrigen Familienglieder assen nicht davon.

Das ungekochte Object wurde von mir erst nach der dritten Intoxication untersucht. Es stellte sich dabei heraus, dass es nicht die hier zu Lande gewöhnlich gegessene Spitzmorchel, sondern wahrscheinlich die Lorchel (Helvella esculenta) war, die jedoch einen moderigen, sehr unangenehmen Geruch verbreitete. Es fehlten an dem gekauften halben Kilo nur 50 Gramm.

Die Vergiftungs-Symptome begannen das erste Mal 8 Stunden, das zweite und dritte Mal 5 — 6 Stunden nach dem Genuss deutlich zu werden. Einfache Bauchschmerzen waren die erste Erscheinung. Jedesmal folgte denselben ein geringer Stuhlgang und nachher herrschte vollständiger Tenesmus, der selbst von zwei Esslöffeln Ricinus nicht unterbrochen wurde. Nach etwa einer halben Stunde trat jedesmal Uebelkeit ein, dem bei der ersten und dritten Vergiftung heftiges Erbrechen folgte. Das zweite Mal, wo ich die Schwämme beim Abendessen in einer sauren Sauce verzehrt hatte, blieb das Erbrechen aus und waren die Erscheinungen überhaupt schwächer und kürzer. Bei der dritten Vergiftung trank ich eine Stunde nach Beginn der Symptome zwei Tassen Milch, worauf hin noch fünf heftige Brechanfälle folgten. Dieses letztere Mal waren auch die Bauchschmerzen von ausserordentlicher Vehemenz. Dieselben localisirten sich stets hauptsächlich in der Gegend des Querdarms. Sie waren von einem rein physischen Angstgefühl und Beklemmung begleitet. Der Puls war nie über 80—96 Schläge beschleunigt. Die Pupillen reagirten leicht und ihre Weite schien normal zu sein. Die Untersuchung des Blutes auf Hämoglobin wurde unter den erschwerenden Umständen von mir unterlassen, und der Urin, der übrigens durch Genuss vielen Kamillenthee's verdünnt war, zeigte nichts Auffallendes. Spastische Erscheinungen oder vermehrte Thränenabsonderung waren nicht bemerkbar geworden.

Das Nachspiel wies nur eine bemerkenswerthe Erscheinung auf. Der geformte und etwas träge Stuhl war nämlich in den zwei ersten Tagen fast weiss, gelblich weiss, dann einige Tage lang hellgelb und bekam erst nach acht Tagen seine normale Farbe. Ich erholte mich jedesmal von der Vergiftung sehr rasch. Einige Stunden später konnte ich meine ärztliche Thätigkeit wieder voll aufnehmen. Nur der Appetit blieb während mehreren Tagen geschwächt und es scheint mir, der Magen und Darm seien seither für Manches empfindlicher und weniger verdauungsfähig.

B. Studer jun.

II. Botanischer Theil.

Von den durch Herrn Dr. Jonquière zur botanischen Untersuchung übergebenen Pilzen wurde ein Theil in kaltem Wasser aufgeweicht und auf Fliesspapier leicht abgetrocknet. Jetzt konnte man deutlich Hut und Strunk unterscheiden. Die Hüte bildeten schwarze oder schwarzbraune Köpfchen von unregelmässig eckiger Form, an denen sich mehrere unregelmässig zurückgeschlagene Lappen wahrnehmen lassen. Die Oberfläche ist wellig grubig, tief gefurcht.

Die Aussenseite des Stieles ist der ganzen Länge nach mit gedrängten, sich wurmförmig verschlingenden, öfters verästelten Rippen bedeckt, die bei den aufgeweichten Exemplaren ocher- bis rhabarbergelbe Farbe besitzen.

Das Innere des Strunkes ist zum Theil hohl, zum Theil mit lockerem Zellgewebe ausgefüllt. Die Sporen sind elliptisch bis eiförmig.

Die unregelmässige, wellig gelappte Form des Hutes musste auf den ersten Blick als eine Helvella erkannt werden, aber welche species?

Leider sind die drei gegenwärtig im Erscheinen begriffenen, grossen systematischen Pilzwerke von *Winter,*[1]) *Schröter*[2]) und *Saccardo*[3]) alle noch nicht bis zu der Gattung Helvella herausgekommen und konnten desshalb nicht benutzt werden. Man musste bei ältern Autoren Rath suchen. Es waren diess *Krombholz,*[4]) *Lenz*[5]) und *Wünsche,*[6]) alles Werke, die, wenn auch nicht neuesten Datums, doch immer noch ihren grossen Werth besitzen, und die um der Zuverlässigkeit ihrer Angaben willen noch heute von den Mykologen hoch geschätzt und gern benutzt werden.

---

[1]) Dr. G. Winter, Pilze (Rabenhorst's Kryptogamenflora). Leipzig 1884—88.

[2]) Dr. J. Schröter, Pilze (Kryptogamenflora von Schlesien). Breslau 1885—88.

[3]) Saccardo, Sylloge fungorum. Padua 1887.

[4]) Krombholz, Die essbaren, schädlichen und verdächtigen Schwämme. Prag 1831.

[5]) Dr. H. Lenz, Schwämme ed. V. Gotha 1874.

[6]) Dr. O. Wünsche, Die Pilze. Leipzig 1877.

Nach denselben konnten zwei Arten in Frage kommen, deren Unterscheidung durchgeführt werden musste, nämlich Helvella esculenta Pers. und Helvella suspecta Krombh.

Vergleichen wir die Diagnosen der beiden Arten nach *Krombholz* und *Lenz*, so ergibt sich als Hauptunterschied die Beschaffenheit des Strunks. Nach Lenz ist derselbe bei Helvella esculenta unregelmässig höckerig, flach grubig, bildet aber keine schmalen Rippen.

Die neueste Ausgabe von *Lenz*, bearbeitet von *Dr. O. Wünsche* (ed. VI. Gotha 1879) bringt Helvella suspecta nicht mehr ohne einen Grund dafür anzugeben. Die Beschreibung von Helvella esculenta ist aber wörtlich gleich geblieben wie in der fünften Auflage.

Ueber Helvella suspecta sagt *Krombholz*: Die äusserst gedrängten, geschlängelten und vielfach verästelten Rippen ertheilen dieser Art ein ganz eigenartiges krauses Aussehen.

Nach *Wünsche* ist bei Helvella esculenta der Stiel weisslich oder blassröthlich, ungleich dick, zusammengedrückt oder kantig. Helvella suspecta der Stiel schmutzig, fleischfarbig, seltener düster violett oder fast blauschwarz, etwas flach gedrückt, grubig gefurcht.

Die Abbildungen der *Flora danica* geben keinen weitern Anhaltspunkt, indem dort bloss Helvella esculenta aufgeführt ist und zwar mit ganz glattem Stiel. Nach den Angaben von *Lenz* und *Krombholz* (die Diagnosen von Wünsche liefern für getrocknetes und wieder aufgeweichtes Material keine sichern Anhaltspunkte) musste dieser Pilz als Helvella suspecta Krombholz bestimmt werden.

Herr Prof. Demme hatte die Güte, die Ausführung der physiologischen Experimente zu übernehmen und wird die erzielten Resultate mittheilen. Ich gestatte mir nur vorläufig anzuzeigen, dass die untersuchten Pilze entschieden giftige Wirkung hatten.

Um die Frage zu prüfen, ob die von Hrn. Dr. Jonquière beobachtete schädliche Wirkung vielleicht der von *Böhm* und *Kütz*[7]) aus Helvella esculenta isolirten Helvellasäure zuzuschreiben seien, erkundigte ich mich in Berlin über den Zeitpunkt der Einsammlung des betreffenden Pilzes und erfuhr, dass die letzte Ernte aus dem Monat Mai 1887 herrühre.

---

[7]) Böhm & Kütz, Archiv für experiment. Pathologie und Pharmakologie, vol. 19, pag. 403.

Da nach Prof. *Ponfick*[8]) in Breslau getrocknete Lorcheln ihre deletären Eigenschaften nach vier Monaten verlieren, so schien die Helvellasäure in diesem speciellen Fall vom Monat Dezember nicht mehr in Frage zu kommen.

Mein Bestreben gieng nun dahin, authentisches Vergleichungsmaterial zu beschaffen. Da in der Umgegend von Bern Helvella esculenta noch gar nicht gefunden worden und ein in letzter Zeit in Gesellschaft von Hrn. Dr. Fischer unternommener Ausflug in die Wälder bei Biel auch resultatlos geblieben, so musste ich mich mit trockenem Material begnügen. Schon im Januar war ich so glücklich von dem nämlichen Lieferanten in Berlin eine Probesendung unzweifelhaft ächter Speiselorchel zu erhalten.

Botanisch war zwischen dieser Mustersendung und den wegen ihrer Schädlichkeit hier confiscirten Lorcheln durchaus kein Unterschied zu finden. Der Hut ist genau der nämliche wie bei der ersten Probe und der Stiel nicht unregelmässig höckerig, flach grubig, sondern deutlich gerippt. Das physiologische Experiment wurde analog dem ersten Versuch ausgeführt und es zeigte sich, dass der Pilz nicht giftig war.

Hier haben wir den Conflict! Zwei Pilze ohne botanischen Unterschied, von denen der eine giftig, der andere total unschuldig ist.

Daraus geht hervor, dass der Unterschied zwischen dem flach grubigen und dem gerippten Strunk doch nicht so massgebend sein kann, wie nach den oben citirten Autoren angenommen werden müsste.

Da, wie bereits erwähnt, die neueren Pilzwerke hierüber nicht Aufschluss geben, so suchte ich auf dem Wege der Correspondenz mir Gewissheit zu verschaffen, und ich benutze gerne die Gelegenheit den geehrten Herren meinen Dank auszusprechen für die Bereitwilligkeit, mit welcher sie meine Anfragen beantwortet haben.

Ein erfahrener Pilzkenner, Hr. *Th. Voigt-Meyer* in Frankfurt a/M., schreibt mir:

„Helvella esculenta und Helvella suspecta sind ein und dasselbe Product. Esculenta ist auf trockenem Boden gewachsen, suspecta auf feuchtem Boden. Das Characteristische an Helvella suspecta ist die eigenthümliche Feuchtigkeit in allen Theilen, so dass sie beim Zerdrücken einen weichen Brei bilden, während Helvella esculenta sich beim Zer-

[8]) Prof. Ponfick, Ueber die Gemeingefährlichkeit der essbaren Morchel. Deutsche med. Zeitung No. 30.

drücken in der Hand verkrümmelt wie ein altes Brödchen. Wenn es nun richtig ist, dass suspecta stets feuchter als esculenta ist, so ist es erklärlich, dass suspecta leichter schimmelt und zwar, wie es oft geschieht, durch Aufbewahren vor dem Trocknen».

Herr *Dr. Rehm* in Regensburg, welcher seit dem Tode Winters die Fortsetzung des grossen *Winter*'schen Pilzwerkes übernommen hat, war so gütig, mir auf meine diesbezügliche Anfrage folgendes zu antworten:

«Anlangend die Helvella suspecta Lenz und Krombholz, so existirt eine solche nach allgemeiner Anschauung nicht und Niemand hat sie seitdem beobachtet. Dagegen hat Helvella esculenta nicht immer bloss oberflächlich grubigen Fruchtkörper, vielmehr wechselt derselbe nach Standort, Feuchtigkeit und Licht. Diess tritt beim Trocknen um so deutlicher hervor. Gibt es nun keinen Unterschied zwischen esculenta und suspecta in systematischer Beziehung, so ist eben derselbe aufgestellt in pathologischer Richtung. Nachdem Vergiftungsfälle durch Lorcheln vorgekommen, suchte man nach Unterschieden zwischen schädlichen und unschädlichen und erachtete Lenz die von Ihnen geschilderte Form als solche».

Mittlerweile hatte die hiesige Sanitäts-Commission die Berliner Polizeibehörde officiell von dem Fall in Kenntniss gesetzt und in Folge traf im Februar ein sehr ausführliches Gutachten von Hrn. *Dr. C. Bischoff* in Berlin ein, welches ich der Kürze der Zeit halber nur auszugsweise mittheile. Hr. Dr. Bischoff sagt:

«Die genannte Pilzart, Helvella suspecta, ist nach Ansicht der heutigen Pilzkenner nichts weiter als ein altes faules Exemplar der Helvella esculenta Pers. und keine eigenthümliche Art. Dasselbe ist im Wesentlichen schon 1862 von Phoebus in Rosenthals Synopsis plantar. diaphoricar. gesagt.

Wünsche führt in seinem Werke, Die Pilze, 1877, die Helvella suspecta Krombholz noch an. Die Diagnose derselben stützt sich lediglich auf das Vorhandensein eines dunkel bis schwarz gefärbten Stieles, während die guten Helvella-Arten weisse Stiele haben.[9]*) Beim Altern und Faulen werden jedoch auch die Stiele der essbaren Helvella-Arten dunkel. Ich bemerke, dass nach Krombholz die verdächtige Helvella suspecta noch nicht wieder gefunden ist.*

---

[9]) Wünsche, Die Pilze. Leipzig 1877, pag. 254.

Helvella esculenta: Stiel weisslich oder blassröthlich.

Helvella suspecta: Stiel schmutzig, fleischfarbig, seltener düsterviolett oder fast blauschwarz. (Ref.)

Giftig ist unter Umständen jedoch auch die ächte Speisemorchel. Morchella esculenta. wie im vorigen oder vorvorigen Jahr Prof. Ponfick[10]) *in Breslau durch Thierversuche festgestellt hat.*

Das leichtlösliche Gift der Pilze wird durch die übliche Behandlung derselben mit Wasser erfahrungsgemäss entfernt. Die getrockneten Pilze sind übrigens in der Regel weniger giftig als die frischen Pilze.

Was nun die vorliegenden Morcheln anbelangt, so ist nach Untersuchung derselben in einem Quantum von 1/4 ℔ getrockneter Morcheln — mindestens 1 ℔ frischer Morcheln entsprechend — irgend ein Individuum, das auch nur der unbekannten Helvella suspecta ähnlich sehe, nicht aufzufinden. Dagegen konstatire ich,

1. *dass kein Exemplar von Morchella, vielmehr nur Helvella-Arten vorliegen,*
2. *dass ein Gemisch von Helvella esculenta. H. Gigas, H. Infula, sämmtlich essbar, vorliegt,*
3. *dass unter denselben einzelne sichtlich faule und beim Einsammeln schmierig gewesene Exemplare vorhanden sind, welche als verdächtig gelten müssen. Dieselben sind in trockenem Zustand, zum Theil durch die eigenthümliche Art des Eintrocknens mit kleinrunzeliger Oberfläche kenntlich. In den aufgekochten Exemplaren sind dieselben beim Auslesen nicht schwierig zu entdecken und dürften beim Auslesen der aufgekochten Waare jeder Hausfrau, die gesunde Pilze kennt, auffallen. In frischem, d. h. ungetrocknetem Zustand haben faule Morcheln einen äusserst unangenehmen Geruch. Ich halte es daher für unmöglich, dass derartige Waare hier auf die Märkte kommt und gekauft werden kann. In trockenem Zustand verliert sich der Geruch (Trimethylamin). Es können daher faule Pilze beim Sammeln im Grossen mit unterlaufen und mit getrocknet werden. Wenn sie übrigens gehörig gewässert und aufgekocht sind, bezweifle ich deren Schädlichkeit.*

---

[10]) Die Arbeit von Ponfick bezieht sich auf Helvella, nicht Morchella (P. Magnus, Verhandl. des botan. Vereins der Provinz Brandenburg XXV). Wozu diese ewige Verwechslung! Morchella kann nur im Stadium eintretender Fäulniss giftig werden wie jeder andere Pilz auch. Frische Morcheln (Morchella esculenta und conica) sind sowohl gekocht als roh total unschuldig. Zur Illustration dieses Satzes habe ich heute Morgen um 8½ Uhr 40 grmm. frische Morcheln (Morch. escul.) roh verzehrt ohne sie zu waschen und habe seit den 12 Stunden keine Spur von Vergiftungserscheinungen wahrnehmen können. (Ref.)

Ausser einigen Mittheilungen von giftigen Wirkungen der Morcheln, welche im Jahre 1886 oder 1887, gelegentlich der Mittheilungen von Prof. Ponfick in Breslau, durch die Berliner Zeitungen giengen, die ich in der Vossischen Zeitung gelesen, sind mir schädliche Wirkungen der Morcheln nicht bekannt geworden».

Vergleichen wir die Resultate der botanischen Untersuchung mit den physiologischen Experimenten einerseits und mit den übereinstimmenden brieflichen Gutachten, die ich Ihnen vorzulegen die Ehre hatte, anderseits, so geht daraus hervor, dass die Angaben von *Krombholz*, *Lenz* und *Wünsche* über Helvella suspecta und esculenta der Berichtigung bedürfen, insofern als

1. Helvella suspecta nicht mehr als Species zu betrachten ist und
2. Helvella esculenta sowohl mit flachgrubig höckerigem, als längsrunzlig geripptem Stiel vorkommt.

Selbstverständlich kann eine auf obgenannte unrichtige Angaben gestützte Bestimmung nicht aufrecht erhalten werden und wir können uns der Ueberzeugung nicht entziehen, dass der in Frage stehende Pilz Helvella esculenta ist.

Wie es nun kommt, dass dieser essbare und besonders in trockenem Zustande ganz unschuldige Pilz dennoch giftige Wirkungen hervorrufen konnte, darüber werden Ihnen die Herren Prof. Demme und Dr. Berlinerblau Mittheilungen machen.

R. Demme.

III. Pharmakologisch - toxikologischer Theil.

Pharmakologisch-toxikologische Untersuchung

der dem pharmakologischen Institut in Bern von Herrn Apotheker *Studer* und Herrn Dr. *Berlinerblau* übergebenen, mit den Vergiftungserscheinungen bei Herrn Dr. *Jonquière* in Beziehung stehenden Präparate von Helvella esculenta.

Am 23. Dezember 1887 überlieferte Herr Apotheker *Studer* dem pharmakologischen Institut

1. ein Decoct der betreffenden Pilze (von dem Reste der von Hrn. Dr. *Jonquière* bezogenen Sendung stammend), in der Concentration von $^{50}/_{250}$ (50,0 gr. der getrockneten Exemplare von Helvella esculenta mit 500,0 gr. Wasser ausgekocht, eingedampft und unter Zusatz von Glycerin auf 250,0 ergänzt),
2. den scharf getrockneten und pulverisirten Decoctrückstand.

Das Decoct hatte eine intensiv dunkelbraune Farbe, einen bitteren widerlichen Geschmack und alkalische Reaction. Dasselbe wurde bei der mikroskopischen Prüfung und der Ueberimpfung auf Fleischinfuspepton-Gelatine und Agar frei von bacteriellen Elementen gefunden.

Der scharf getrocknete, fein pulverisirte Decoctrückstand war von silbergrauer Farbe und hatte einen widerlich faden Geruch.

Versuche mit dem unter No. 1 erwähnten Decoct.

Die zunächst hiermit bei Kalt- und Warmblütern angestellten allgemeinen Orientirungsversuche wiesen die intensive Giftigkeit des Präparates in verhältnissmässig kleinen Gaben und zwar den Eintritt des Todes unter Stillstand des Herzens in Diastole nach.

Es wurden hierauf methodische Untersuchungen bezüglich der Einwirkung des Präparates auf die verschiedenen Organsysteme des Kalt- und Warmblüters vorgenommen und dabei die zur toxischen Wirkung nöthige Grösse der Gabe, sowie die Zeitdauer ihrer Wirkung besonders berücksichtigt. Diese Versuche lassen sich als solche langsamer und schneller Vergiftung bezeichnen.

1. Versuche beim Kaltblüter.

Die Einverleibung des Präparates fand in der Form von Einspritzungen in den Rückenlymphsack der Frösche statt.

Langsame Vergiftung:

Einer kräftigen Esculenta werden am 23. Dezember 1887 um 4 Uhr 15, 20 und 25 Min. je 0,1 des Decoctes injicirt.

4 Uhr 30 Min., nach einer Gesammtabgabe von 0,3, Auftreten kleinster fibrillärer, auf sämmtliche Skelettmuskeln ausgedehnter Zuckungen, der Guanidinwirkung ähnlich. Schaumsecretion auf der gesammten Körperoberfläche.

4 Uhr 35 Min. 0,1 des Decoctes nachgespritzt. Fortwährendes Muskelflimmern neben den fibrillären Muskelcontractionen. Reflexerregbarkeit gesteigert. Krampfhaftes, dyspnoëtisches Athmen.

4 Uhr 40 Min. Vorder- und Hinterbeine in Extensionsstellung. Vollständige Lähmung der Extremitäten bei noch andauerndem Muskelflimmern. Reflexerregbarkeit fast erloschen.

Die Prüfung der elektrischen Erregbarkeit der Muskeln weist das Fortbestehen derselben nach, dagegen vermag die elektrische Reizung der isolirten motorischen Nerven keine Muskelzuckung auszulösen.

Herz blosgelegt. Es finden noch 16 bis 20 regelmässige und vollständige Kammercontractionen in der Minute statt.

4 Uhr 45 Min. 8 bis 10 unregelmässige, peristaltische Kammercontractionen in der Minute. Rasche Abnahme der Frequenz.

4 Uhr 47 Min. Stillstand des Herzens in Diastole.

Auf mechanische und elektrische Reize erfolgt nach dem ersten, während 2 bis 3 Minuten abgewarteten Stillstande, die Wiederbelebung der Ventrikelcontractionen. Diese Reizwirkung stumpft sich jedoch rasch ab. Dagegen gelingt es durch subcutane Einspritzung einer einprozentigen Atropinlösung und Aufträufeln einiger Tropfen derselben auf das Herz, nach 4 bis 5 Minuten dauerndem Herzstillstande, die Herzaction von Neuem anzufachen. Nach schliesslichem Versagen auch der Atropinwirkung bleibt das Herz dauernd in Diastole stehen. Noch während den nächsten 10 bis 15 Minuten lässt sich an der Muskulatur des Vorhofes, sowie der Extremitäten blitzähnlich auftretendes Muskelflimmern wahrnehmen (Andauern der direkten Reizung der Muskelsubstanz).

Zur Entscheidung der Frage, ob es sich bei der eben beschriebenen Lähmung der Extremitäten um eine Lähmung aus centraler oder peripherer Ursache handelte, wurde bei einem Frosche eine hintere Extremität durch Unterbindung der Gefässe von der Blutzufuhr abgeschnitten. Nach hierauf vorgenommener Injection der dem vorigen Versuche gleichwerthigen Gabe des Decoctes in den Rückenlymphsack wurde bei den Nerven der unterbundenen Extremität noch normales Verhalten auf elektrische Reizung konstatirt, während die Nerven der Extremitäten mit freier Blutcirculation ihre elektrische Erregbarkeit verloren hatten. Es handelte sich bei unserer Giftwirkung somit um eine der Curarewirkung analoge, primäre Lähmung der peripheren Endorgane der motorischen Nerven.

Zahlreiche Parallelversuche, zum Theil noch protrahirterer Vergiftung bei Fröschen, mit denselben Gaben des Decoctes, lieferten vollkommen übereinstimmende Resultate.

Rasche Vergiftung: Auf eine einmalige Einspritzung von 0,5 des Decoctes erfolgte bei kräftigen Fröschen schon nach 2 bis 3 Minuten das oben beschriebene, der Guanidinwirkung ähnliche, über sämmtliche Skelettmuskeln verbreitete Muskelflimmern, mit vorübergehend stärkeren fibrillären Muskelzuckungen. Nach weiteren 5 bis 7 Minuten, somit 7 bis 10 Minuten nach der Einverleibung des Giftes traten die der Curarewirkung analogen Lähmungserscheinungen im Gebiete der motorischen peripheren Nervenendigungen ein. Nach ferneren 2 bis 3 Minuten liess sich

am blosgelegten Herzen die rasche Abnahme der Frequenz der Ventrikelcontractionen, hierauf die Peristaltik derselben und etwa 12 bis 14 Minuten nach Beginn des Versuches Stillstand des Herzens in Diastole konstatiren. Während elektrische und mechanische Reize ihre Einwirkung auf die Wiederbelebung der Herzthätigkeit bald erschöpften, gelang es durch die oben erwähnte Anwendung der Atropinlösung noch während der nächsten dem minutenlang abgewarteten Herzstillstande folgenden 5 bis 10 Minuten die regelmässige Schlagfolge des Herzens von Neuem herzustellen.

Sowohl aus den Versuchen langsamer als schneller Vergiftung ergiebt sich somit bezüglich der Giftwirkung auf das Herz des Kaltblüters die Thatsache, dass es sich um einen durch Einwirkung auf die Herzhemmungscentren hervorgerufenen Reizungsstillstand handelt.

Kleinere einmalige Gaben als 0,5 des Decoctes vermochten diesen promptern Verlauf der Vergiftungserscheinungen nicht hervorzurufen; auf grössere einmalige Gaben von 1,0 und darüber stellten sich vor dem Eintritt jener der Curarewirkung ähnlichen Lähmungserscheinungen ganz kurz dauernde allgemeine tetanische Krämpfe und bereits 4 bis 5 Minuten nach der Einspritzung der Stillstand des Herzens in Diastole ein.

2. Versuche beim Warmblüter.

Dieselben wurden an Meerschweinchen, Kaninchen, Hunden und Katzen vorgenommen.*) Am empfindlichsten gegen die Giftwirkung zeigten sich Katzen und Kaninchen. Hunde liessen eine bei weitem geringere Empfänglichkeit wahrnehmen. Während beispielsweise 0,5 des Decoctes auf 1 Kgr. Katze und Kaninchen berechnet, schon schwere Vergiftungserscheinungen hervorriefen, veränderte dagegen dieselbe Gabe auf 1 Kgr. Hund das Befinden desselben nicht in merklicher Weise. Bei Katzen traten einzelne Symptome wie die bald zu erwähnende Brechwirkung, der Speichelfluss, die Schweisssecretion an den Pfoten besonders prägnant hervor. Bei Meerschweinchen erfolgte eine Störung des physiologischen Gleichgewichtes erst nach verhältnissmässig bedeutend grösseren Gaben und erwies sich diese Thierspecies überhaupt als für unsere Versuche ungeeignet.

*) Die Vergiftungserscheinungen verliefen hier in einer vom Kaltblüter in mancher Beziehung verschiedenen, jedoch ebenfalls typischen Reihenfolge.

Zur Erleichterung der Uebersicht über das uns beschäftigende Vergiftungsbild beim Warmblüter lasse ich auch hier das Protokoll eines Versuches beim Kaninchen folgen.

Ein kräftiges, gesundes Kaninchen von 2 Kgr. erhält am 27. Dez.

4 Uhr 10 Min. 1,0 des Decoctes in Einspritzung unter die Rückenhaut.

4 Uhr 27 Min. Starke Dyspnoe, ängstliches Hin- und Herwerfen des Kopfes, Pupillen deutlich verengert, anfallsweises Erzittern des ganzen Körpers, fibrilläre Zuckungen in der gesammten Skelettmuskulatur.

4 Uhr 30 Min. Ausfliessen eines zähen, an Menge fortwährend zunehmenden Speichels aus beiden Mundwinkeln. Conjunctiva bulbi und Nasenschleimhaut reichlich mit Schleim bedeckt. Stürmische, anfangs kleinknollige, feste, später dünnflüssigere Darmentleerungen. Zwischen denselben Tenesmus. Wiederholte spastische Urinentleerung.

4 Uhr 35 Min. Es folgen sich mehrere 10 bis 30 Sekunden dauernde allgemeine tetanische Krampfanfälle. Dazwischen fibrilläres Muskelzittern. Reflexerregbarkeit sehr gesteigert.

4 Uhr 38 Min. Das Thier fällt, bei ausgespreitzten Extremitäten, auf den Bauch. Die Extremitäten sind vollständig gelähmt. Die direkte elektrische Reizung der Extremitätenmuskeln löst lebhafte Muskelcontractionen aus, dagegen ist die elektrische Erregbarkeit der isolirten peripheren motorischen Nervenzweige erloschen. Reflexerregbarkeit abnehmend.

4 Uhr 40 Min. Zunehmende Dyspnoe. Unter äusserst heftigen, durch die Bauchdecke sicht- und fühlbaren Darmcontractionen wird noch blutiger Darmschleim ausgestossen. Die zu Beginn des Versuches 88 bis 96 in der Minute betragenden Ventrikelcontractionen sinken rasch auf 36 bis 40 Schläge. Die Myosis hat einer mässigen Dilatation der Pupillen Platz gemacht. Reflexerregbarkeit erloschen.

4 Uhr 43 Min. Herz blosgelegt. Zunehmende Peristaltik der Kammercontractionen bei rasch abnehmender Zahl derselben.

4 Uhr 45 Min. Beinahe gleichzeitig Sistirung der Athmung und Stillstand des Herzens in Diastole.

Während die mechanische und elektrische Reizung des Herzmuskels nur vorübergehende Ventrikelcontractionen auszulösen vermag, tritt dagegen beim Aufträufeln der einprozentigen Atropinlösung auf

das Herz schon nach ½ bis 2 Minuten wieder eine regelmässige, obschon sehr langsame Folge der Herzcontractionen ein. Nach einer Dauer von 5 bis 8 Minuten erweist sich auch die Anwendung des inzwischen ebenfalls subcutan injicirten Atropins als wirkungslos und ist der diastolische Herzstillstand nicht mehr aufzuheben, die Herzthätigkeit vollkommen erloschen.

Bei der Autopsie liess sich noch leichtes Flimmern des Herzmuskels, sowie lebhafte tetanische Zusammenziehung einzelner Darmabschnitte konstatiren. Ausserdem bestand eine ausgesprochene Hyperaemie der Magen- und Dünndarmschleimhaut.

Wurden Kaninchen grössere Gaben des Decoctes, d. h. 1,0 bis 1,5 desselben pro Kgr. unter die Haut gespritzt, so erfolgte dieselbe Reihe von Erscheinungen, nur in stürmischerer Weise. Der Tod mit Stillstand des Herzens in Diastole trat alsdann schon nach 8 bis 12 Minuten ein. Kleinere Gaben des Decoctes von 0,25 bis 0,5 in subcutaner Einspritzung riefen Myosis, sowie eine sichtliche Zunahme der Speichelsecretion hervor. Es giengen jedoch diese Erscheinungen nach 10 bis 15 Minuten ohne intensivere Störungen des Allgemeinbefindens vorüber.

Bei Hunden veranlassten einmalige subcutane Einspritzungen des Decoctes von 2,0 bis 2,5 per Kgr. besonders heftige Darmbewegungen, namentlich auch mehrfaches Würgen und Erbrechen. Auftreten von Icterus oder von Haemoglobinurie wurde nicht beobachtet.

Bei Katzen trat auf Einzelgaben des Decoctes von 1,5 bis 1,8 in subcutaner Einspritzung schon nach 8 bis 10 Minuten Myosis, Erbrechen, Dyspnoe, sowie Schwitzen an den Pfoten ein. Die übrigen auf die Lähmung der Extremitäten, sowie den Stillstand des Herzens bezüglichen Erscheinungen verliefen bei Katzen und Hunden in analoger Weise wie beim Kaninchen.

Bei innerlicher Darreichung, d. h. Einführung des Decoctes durch die Schlundsonde in den Magen, war bei Warmblütern, bezw. Kaninchen, die 3 bis 4 Mal grössere Gabe, pro Kgr. berechnet, nothwendig, um nach einem bedeutend länger dauernden Zeitraum als nach subcutaner Einspritzung, zuweilen erst nach 30 bis 45 Minuten, die eben beschriebenen Vergiftungserscheinungen hervorzurufen. Umgekehrt bewirkte die intravenöse Injection von 0,5 des Decoctes bei Kaninchen den Eintritt und stürmischen Verlauf der geschilderten Intoxication schon nach 2 bis 5 Minuten.

Die Versuche, welche mit dem unter No. 2, Eingangs erwähnten getrockneten und fein pulverisirten Decoctrückstande bei Warmblütern vorgenommen wurden, führten zu keinem irgendwie verwerthbaren Resultate. Bei Kaltblütern wurden dieselben unterlassen.

Fassen wir zunächst die Ergebnisse der mit dem uns übergebenen Decoctum Helvellae angestellten pharmakologisch-toxikologischen Untersuchungsreihe zusammen, so zeigen die hier beobachteten Vergiftungserscheinungen keine Aehnlichkeit mit dem von *Bostroem,**) *Ponfick* **) und Anderen für das sogenannte Lorchelgift nachgewiesenen und bekannten Vergiftungsbilde. Es ist mit Rücksicht hierauf namentlich der Umstand zu betonen, dass bei unseren Hunde-Versuchen weder Icterus noch Haemoglobinurie nachgewiesen werden konnten.

Das bei unseren Versuchen konstant beobachtete Symptomenbild zeigte einerseits in seiner beim Kaltblüter besonders deutlich ausgesprochenen Lähmung der Endorgane der motorischen Nerven eine auffallende Uebereinstimmung mit der Curarewirkung, während andererseits die beim Warmblüter prägnant hervortretende Zunahme der Speichelsecretion, Pupillenverengerung und Dyspnoe, die zum Erbrechen und stürmischen Darmausleerungen führenden tetanischen Contractionen des Magens und Darmrohres (besonders deutlich bei Hunden und Katzen), ferner die allgemeinen tetanischen Muskelkrämpfe, sowie endlich der beim Kalt- und Warmblüter durch Reizung der Herzhemmungs-Vorrichtungen hervorgerufene Herz-Stillstand in Diastole und die Aufhebung desselben durch Einwirkung des Atropins, eine nicht zu verkennende Aehnlichkeit mit der Muscarinwirkung ergaben.

Boehm †) hat in seinen Beiträgen zur Kenntniss der Hutpilze den Nachweis geführt, dass Boletus luridus und Amanita pantherina reichliche Mengen von Cholin enthalten. Er fand ferner bei einer mit *Külz* unternommenen Arbeit ††) ebenfalls in Helvella esculenta eine zwar noch nicht endgültig analysirte, jedoch im Wesentlichen mit

---

*) Ueber die Intoxicationen durch die essbare Lorchel. Leipzig, Hirschfeld 1882.

**) Virchow's Archiv, vol. 88, H. 3, p. 445.

†) Archiv für experim. Pathologie und Pharmakologie, Bd. 19, p. 60 u. ff.

††) Ueber das Vorkommen und die Wirkungen des Cholins u. s. w. Bd. 19, pag. 87 u. ff.

dem Cholin übereinstimmende Base. Nach den Untersuchungen von *Gaehtgens*,*) welche durch die Arbeiten von *Boehm* eine Bestätigung erfuhren, hat das Cholin eine curareähnliche Wirkung und bietet zudem unverkennbare Analogieen mit der Muscarinwirkung dar. Auch die von *Boehm* aus dem Cholin durch Oxydation mittelst Salpetersäure nach der Methode von *Schmiedberg* und *Harnack* künstlich dargestellten Muscarine lassen neben der charakteristischen Muscarinwirkung ausgesprochene curareähnliche Wirkungen erkennen. Die Vermuthung lag somit nahe, dass die bei unseren Versuchen mit dem genannten Helvella-Decocte beobachteten toxischen Erscheinungen vielleicht durch einen reichlicheren Cholingehalt hervorgerufen sein möchten. Einer solchen Annahme widersprach jedoch die Angabe von *Boehm*,**) dass bei seinen Versuchen mit Cholinchlorid Kaninchen fast keine Vergiftungserscheinungen, Katzen dagegen dieselben in ausgesprochener Weise darboten. Unsere Experimente hatten dagegen eine ziemlich gleichwerthige und zwar hochgradige Empfindlichkeit der Katzen und Kaninchen für die uns beschäftigende toxische Substanz nachgewiesen.

Bei weiterer Umschau in der hier einschlagenden Literatur schien mir das bei unseren Experimenten, auch mit Rücksicht auf die verschiedenen Thierspecies konstatirte Vergiftungsbild, eine grössere Uebereinstimmung mit der Wirkung des von *Brieger*†) aus faulem Fleisch dargestellten Neurin zu haben. Seine Angaben über die lähmende Einwirkung des salzsauren Salzes dieser Base bei Fröschen und die der Muscarinwirkung analogen toxischen Einwirkungen desselben auf Säugethiere stimmen im Wesentlichen mit unseren eben mitgetheilten Beobachtungsresultaten überein. Sie betonen zudem, wie die unsrigen, das prompte Auftreten der toxischen Erscheinungen auch bei Kaninchen, obschon die letzteren für den Eintritt der Intoxication allerdings einer viel grösseren Gabe als Katzen bedurften.

So drängte sich denn bezüglich der Deutung der bei unseren Untersuchungen erhaltenen Resultate die Ansicht auf, dass es sich hier um die Wirkung eines in den betreffenden Exemplaren von Helvella esculenta, unter entsprechend günstigen Ver-

*) Dorpat. medic. Zeitschrift. Bd. 1. 1870.

**) Op. cit. 2, pag. 92 u. ff.

†) Ueber Ptomaine. Berlin, Hirschwald 1885, pag. 26 u. ff.

hältnissen zur Entwicklung gekommenen Fäulnissalkaloides (Ptomaines) und zwar wahrscheinlich des Neurins*) gehandelt habe.

Unterstützt wurde diese Anschauung durch die Ergebnisse der experimentellen Prüfung eines von Hrn. *Dr. Berliner-blau* aus den betreffenden Lorcheln als Platinverbindung dargestellten Alkaloides. Eine 0,1 prozentige Lösung desselben, welche am 10. Februar 1888 dem pharmakologischen Institute übergeben worden war, erwies sich sowohl auf den Kalt- als Warmblüter eminent toxisch und stimmte in ihrer Wirkung mit derjenigen des oben besprochenen Decoctes in den wesentlichsten Punkten überein. Auf eine subcutane Einspritzung von 0,001 des Alkaloides stellte sich bei Fröschen, unter sehr lebhaftem Muskelflimmern, nach 2 bis 3 Minuten schon die der Curarewirkung analoge Lähmung der Extremitäten und 3 bis 5 Minuten später der durch Atropin aufhebbare Reizstillstand des Herzens in Diastole ein.

Auf die subcutane Einverleibung von 0,005 bis 0,007 des Alkaloides auf 1 Kgr. Kaninchen und Katze trat schon nach 5 bis 8 Minuten die vorwiegend muscarinähnliche Wirkung, d. h. bei Katzen heftiges Erbrechen und Schwitzen der Pfoten, bei beiden Thierspecies Myosis, Speichelfluss, stürmische Darmperistaltik mit Abgang wässeriger Ausleerungen, Harnträufeln, Dyspnoe, kurz dauernde klonische und tetanische Krampfanfälle, und 12 bis 15 Minuten nach der Einspritzung Stillstand des Herzens in Diastole, mit vorübergehender Aufhebung desselben durch Atropinwirkung, ein.

Auch auf die vermehrte Speichelsecretion erwiesen sich nachgeschickte subcutane Einspritzungen von 0,001 Atropin pro 1 Kgr. des Thieres beschränkend. Dagegen traten, wie diess auch von *Brieger* für seine Experimente mit Neurin hervorgehoben wird, bei atropinisirten Kaninchen und Katzen trotzdem die Wirkungen des uns beschäftigenden Alkaloides hervor. Allerdings brauchte dasselbe hier zu seiner toxischen Beeinflussung des Organismus einen 4 bis 6 Mal längeren Zeitraum.

Für mehrfache Blutdruckversuche reichte die Quantität der übergebenen Lösung leider nicht aus. Aus den wenigen Blutdruckversuchen am Kaninchen ging jedoch so viel hervor, dass etwa 4 bis 5 Minuten nach einer subcutanen Einspritzung von 0,005 des Alkaloides am curari-

*) Ueber die Bildung des Neurins aus Cholin durch Wasserabspaltung finden sich die betreffenden Angaben in dem von Hrn. Dr. *Berliner-blau* bearbeiteten chemischen Abschnitt dieser Mittheilungen.

sirten, künstlich athmenden Thiere eine auf Reizung des vasomotorischen Hauptcentrums beruhende (nach Halsmarkdurchschneidung wegfallende) Blutdrucksteigerung um etwa 40 bis 60 Mm. Hg. eintrat. Schon 2 bis 3 Minuten später stellte sich constantes Sinken des Blutdruckes (Lähmung des vasomotorischen Centrums) bis zum Stillstand des Herzens ein.

Um Gewissheit darüber zu erhalten, ob das in Rede stehende Ptomain sich auch in normalen, d. h. den hygienischen Anforderungen entsprechenden Exemplaren von Helvella esculenta durch Fäulniss derselben entwickeln könne, setzte Hr. *Dr. Berlinerblau* eine Quantität solcher Exemplare bei feuchter Wärme der künstlichen Fäulniss aus. Das nach genügend erscheinender Entwicklung des Fäulnissprozesses von den so behandelten Pilzen dargestellte, Helvellasäurefreie, bezüglich seiner Concentration übrigens nicht genau bestimmte Decoct wurde dem pharmakologischen Institute am 30. April 1888 übergeben.

Das Resultat der hierauf bezüglichen Untersuchungen lässt sich vorläufig dahin zusammenfassen, dass dieses Decoct sowohl auf Kalt- als Warmblüter eine zwar schwächere Wirkung als die oben besprochenen Helvella-Präparate entfaltete, dass dagegen die Qualität dieser Wirkung zunächst mit Rücksicht auf das Auftreten jener der Curarewirkung ähnlichen Lähmungserscheinungen besonders beim Kaltblüter, sowie des durch Atropineinwirkung aufzuhebenden Reizungsstillstandes des Herzens beim Kalt- und Warmblüter, mit der für die erstgenannten Helvella-Präparate (Decoct No. 1 und Alkaloid von Hrn. *Dr. Berlinerblau*) beschriebenen Wirkungsweise Uebereinstimmung zeigte. Diese Untersuchungen werden übrigens zur Zeit noch eingehender fortgesetzt und sollen später den Gegenstand einer besonderen Veröffentlichung bilden.

Es sei mir zum Schlusse noch gestattet, bezüglich jener Differenzen, welche sich bei Vergleichung des von *Dr. Jonquière* an sich selbst beobachteten Vergiftungsbildes und der mit den genannten Präparaten experimentell an Thieren erzielten Symptomenreihe ergeben, darauf aufmerksam zu machen, dass bei der sogenannten Muscarinwirkung auf den menschlichen Organismus die toxischen Erscheinungen namentlich in Ekel und Erbrechen, in reichlichem Abgang von schleimigem, häufig mit Blut vermischtem Darminhalte, in erschwerter Athmung, sowie, bei Einverleibung grösserer Gaben der toxischen Substanz, in einem rauschähnlichen Zustand bestehen, dass dagegen vermehrte Speichel- und Schweissabsonderung, sowie die Reizung der Hemmungsapparate des Herzens (welche Erscheinungen ebenfalls im

Vergiftungsbilde des Hrn. *Dr. Jonquière* fehlen) bei der Intoxication des Menschen durch kleinere und mittlere Gaben natürlicher und künstlicher Muscarine meist in den Hintergrund zu treten oder auszubleiben scheinen.*) In ähnlicher Weise verhalten sich bezüglich ihrer toxischen Wirkung sehr wahrscheinlich ebenfalls die Muscarinwirkung entfaltenden Ptomaine, so auch das Neurin.

Die hier mitgetheilten experimentellen Untersuchungen haben, abgesehen von dem theoretischen Interesse, noch eine höher anzuschlagende praktische Bedeutung. Sie weisen unzweifelhaft nach, dass sich in unschädlichen und somit essbaren Pilzen, durch unzweckmässige Behandlung derselben beim Sammeln und Trocknen, Fäulnissalkaloide entwickeln können, welche selbst durch das der Zubereitung der Pilze vorhergehende, vorschriftsmässige, mehrfache Abbrühen mit kochendem Wasser (und Abgiessen des letzteren) weder zerstört noch entfernt werden und somit beim Genusse dieser Pilze ihre toxische Wirkung auf den Menschen zu äussern vermögen.

---

*) Die einfach erregende, belebende Einwirkung verhältnissmässig kleiner Gaben von Abkochungen des Fliegenschwammes (Agaricus muscarius) hat in neuerer Zeit zur versuchsweisen therapeutischen Verwendung derselben (bei nervösen Depressionszuständen?) Veranlassung gegeben. Vergl. *Grassi:* Il nostro Agarico Moscario sperimentato come alimento nervoso. Gazzetta degli Ospitali, Anno I, No. 21.

IV. Chemischer Theil.

Ueber Ptomaine aus Helvella esculenta (Lorchel, Steinmorchel).

Die Vergiftungen durch essbare Pilze haben schon ziemlich häufig die Vermuthung aufkommen lassen, dass gefaulte Exemplare giftige Eigenschaften erlangen können, indess ist der Beweis hierfür weder auf chemischem Wege, durch Isolirung der toxischen Prinzipien, noch auf toxikologischem, durch Ermittelung der physiologischen Wirkung derselben, erbracht worden. Es war mir daher besonders angenehm, die Schwämme, deren schädliche Wirkung Herr Dr. *Jonquière* unwillkürlich an sich erprobt, Herr Apotheker *Studer* botanisch und Herr Prof. *Demme* toxikologisch geprüft hatten, durch die Freundlichkeit der genannten Herren zur chemischen Untersuchung zu erhalten. —

Die Quantität der getrockneten Schwämme betrug im Ganzen circa 700 gr., wovon ich 600 gr. zur Untersuchung genommen habe. Mein Augenmerk war von vornherein auf basische Verbindungen gerichtet, denn nur durch diese Concentration der Untersuchung konnte ich auf Erfolg rechnen. Die Pilze, ganz klein zerschnitten, habe ich in einer Retorte mit 2 Liter Wasser übergossen und im Wasserdampfstrom ausgekocht, wobei aber das Destillat aufgefangen wurde. Nach dem Auspressen des wässerigen Decoctes habe ich die Presslinge noch mit starkem Weingeist mehrere Stunden am Rückflusskühler extrahirt und mir somit im Ganzen drei Flüssigkeiten

I. ein wässriges Destillat
II. eine wässrige Auskochung und
III. eine alkoholische Auskochung

zur weiteren Untersuchung hergestellt. Von Reagentien habe ich nur vier angewandt: Bleiessig, Quecksilberchlorid, Schwefelwasserstoff und Platinchlorid. Das Eindampfen ist meist im CO_2-Strom auf dem Wasserbade bei circa 90°, aber niemals bis zur Trockne getrieben worden; zum vollständigen Verdunsten habe ich die eingeengte Flüs-

sigkeit im evacuirten Exsiccator über Natronkalk und Schwefelsäure stehen lassen. Auch wandte ich die drei Reagentien: Bleiessig, Quecksilberchlorid und Schwefelwasserstoff mit grosser Vorsicht an, und gestattete mir beim Zusetzen derselben nur einen sehr geringen Ueberschuss. Durch diese Sorgfalt glaubte ich etwaigen Zersetzungen der präoformirten Substanzen vorzubeugen.

Der Gang der Untersuchung war folgender:

I. Das wässrige Destillat, welches eine alkalische Reaction zeigte und etwas von dem eigenthümlichen Pilzgeruch hatte, versetzte ich sofort mit HCl und $PtCl_4$, dampfte zunächst auf dem Wasserbade bis zur gewissen Concentration ein, filtrirte von einigen amorphen Flocken ab, und stellte es in einen Exsiccator, den ich von Zeit zu Zeit evacuiren konnte. Es krystallisirte nach und nach eine ziemlich grosse Quantität von Platinsalmiak; nach Umkrystallisiren desselben ergab die Platinbestimmung: Pt = 44,2 %.

Eine später auskrystallisirte Partie enthielt 43,9 % Pt. Die Gesammtquantität des Platinsalmiakes betrug 3—4 gr.

Die zuletzt auskrystallisirte Partie ergab einen niedrigeren Platingehalt, nämlich 39,5 %. Nach Umkrystallisiren mit heissem Wasser erhielt ich eine geringe Menge octaëdrischer Krystalle, die nicht genügte, um eine Bestimmung zu machen; nach Zusatz von NaOH konnte ich jedoch deutlich den Geruch nach Trimethylamin wahrnehmen.

Schliesslich fand ich noch in dem Filtrat von der letzten Krystallpartie, nach vollständigem Verdunsten der Flüssigkeit, ein in zuckerhutförmigen Krystallen ausgeschiedenes Platinsalz, dessen Menge jedoch so gering war, dass damit nichts angefangen werden konnte.

II. Den wässrigen Auszug, welcher schwach alkalisch reagirte, habe ich successive drei Mal mit Quecksilberchlorid versetzt, so dass die Menge desselben jedes Mal nur für theilweise Ausfällung genügte. Es war schwer, die erste Ausfällung durch Papier zu filtriren, ich habe daher Flanellfilter angewandt.

Jeder der drei Niederschläge wurde für sich mit Schwefelwasserstoff zerlegt; die Filtrate, nachdem sie einem raschen CO_2-Strom ausgesetzt waren, versetzte ich mit etwas Bleiessig, filtrirte wiederum und fällte in den Filtraten überschüssiges Blei mit H_2S aus. Die drei hiervon restirenden Filtrate wurden im CO_2-Strom auf dem Wasserbade eingeengt und in Exsiccatoren über Natronkalk und Schwefelsäure gestellt. Es resultirten nun dunkelgefärbte, zerfliessliche Massen, die unter dem Microscop meist feine Krystallnadeln aufwiesen. Am

meisten war davon in der Partie von der dritten Ausfällung, am wenigsten in der ersten.

Ich hielt es nun für zweckmässig, die drei Partien zusammen in wenig Wasser zu lösen und mit Thierkohle in der Siedehitze zu reinigen. Die filtrirte Lösung wurde wiederum im Exsiccator eingetrocknet und die restirende Masse in gew. Alkohol aufgenommen. Aus dieser Lösung fiel auf Zusatz von $PtCl_4$ ein orangegelber Niederschlag. Beim Umkrystallisiren aus heissem Wasser blieb ein kleiner Theil (A) ungelöst zurück, während sich aus dem Filtrat octaëdrische Krystalle ausschieden. Auf Zusatz von etwas NaOH zu letzteren trat wiederum deutlich der Geruch von Trimethylamin auf und die Platinbestimmungen des mehrmals umkrystallisirten Salzes ergaben:

Pt = 37,32 % und 37,08 % — { Theorie für $([CH_3]_3NHCl)_2PtCl_4$ 37,28 %.

Der in heissem Wasser unlösliche Niederschlag (A) wurde, in wenig Wasser suspendirt, mit Schwefelwasserstoff zerlegt, das Filtrat hiervon eingedampft, mit Thierkohle und Alkohol gereinigt und wiederum mit $PtCl_4$ versetzt, wobei ein, nach einmaligem Umkrystallisiren undeutliche Octaëder (unter Microscop) liefernder Niederschlag sich bildete. Der Platingehalt desselben war 34.4 %. Diese Zahl und die Krystallform machten mich auf die Vinyltrimethylammoniumbase oder das Neurin aufmerksam, dessen Platindoppelsalz 33,96 % Pt verlangt. Ich hoffte nun, noch in zwei Flüssigkeiten, nämlich in dem von der letzten Sublimatausfällung restirenden Filtrat (Nro. 1) und in dem dritten alkoholischen Auszug (Nr. 2.) mehr von dieser Base zu finden.

Nachdem das Quecksilber, welches in geringer Menge sich noch in der Flüssigkeit Nr. 1 befand, mit H_2S entfernt worden war, habe ich beide Theile Nr. 1 und 2 vereinigt, mit Bleiessig versetzt, aus dem Filtrat wiederum in üblicher Weise das Blei eliminirt und schliesslich mit der schon erwähnten Sorgfalt zur Trockene verdunstet. Den Rückstand habe ich in Alkohol aufgenommen, von dem ungelösten filtrirt, den Alkohol verdunstet, dann in Wasser gelöst und mit $HgCl_2$ ausgefällt. Zur vollständigen Ausfällung wurde das Ganze mehrere Tage hindurch sich selbst überlassen. Den gebildeten Niederschlag habe ich wiederum mit H_2S zerlegt, das Filtrat verdunstet und schliesslich in alkoholischer Lösung mit $PtCl_4$ versetzt. Der Niederschlag war verhältnissmässig beträchtlich und den Platingehalt fand ich zu 34,8 %. Ich glaubte annehmen zu dürfen, dass auch dieser für

Neurin zu hoch gefundene Platingehalt durch Beimischung des Platinsalzes einer andern Base (wahrscheinlich Trimethylamin) zuzuschreiben sei und zerlegte daher das Platinsalz nochmals mit H_2S. Jetzt unternahm ich abermals eine Ausfällung des Filtrates, aber in grösserer Verdünnung, mit $PtCl_4$ und krystallisirte den hellgelben Niederschlag aus vielem heissen Wasser um. Schliesslich habe ich schöne orangegelbe Octaëder in der Quantität von etwa 0,4 gr. erhalten. Zwei Platinbestimmungen ergaben:

$$Pt = 33{,}87\ \% \text{ und } 33{,}85\ \% \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Theorie für } [C_5H_{12}NCl]_2PtCl_4 \\ Pt = 33{,}96\ \%. \end{array} \right.$$

Für eine Elementaranalyse war die Quantität nicht ausreichend. Um nun ausser der Platinbestimmung noch irgend einen chemischen Beleg zu geben, dass die Neurinbase vorlag, habe ich die von Brieger für dieselbe angegebenen Alkaloidreactionen durchgeführt und hebe hervor, dass ich mit Gerbsäure eine Ausfällung erhielt: es ist dies nämlich eine Differentialreaction für zwei Basen: Cholin und Neurin.

Die Resultate der chemischen Untersuchung sind also folgende: In dem wässrigen Destillat fand ich neben Spuren von Trimethylamin reichliche Quantitäten Ammoniak (ca. 0,3 gr.) vor. Dann aus den wässrigen und alkoholischen Auszügen habe ich zwei Basen isoliren können:

1. Trimethylamin, das ich durch Platinbestimmmung, Krystallform des Platindoppelsalzes und Geruch auf Zusatz von NaOH constatiren konnte und

2. eine Base, aus deren Reactionen, Krystallform des Platindoppelsalzes und Platingehaltes, neben den toxischen Eigenschaften, ich auf Neurin oder die Vinyltrimethylammoniumverbindung schliessen musste.

Ich bezweifle nun nicht, dass neben diesen noch andere organische Basen in den betreffenden Pilzen enthalten waren, deren Auftreten ich wenigstens zum Theil durch die nadel- und zuckerhutförmigen Krystalle der Platindoppelsalze unter Microscop constatiren konnte; die Quantität war aber zu gering, als dass ich sie hätte isoliren können.

Ich prüfte bei dem Gang meiner chemischen Untersuchung die einzelnen Reinigungspartien auch auf die giftige Wirkung und fand unter anderm, dass selbst nach dem Auskochen mit Wasser der ausgepresste Rückstand noch immer von der toxisch wirksamen Substanz an Alkohol abgegeben hatte und die Wirkung des alkoholischen

Rückstandes bei Fröschen eine neurinartige war. Da nun das Neurin selbst ausserordentlich leicht in Wasser löslich ist, so kann man diese Thatsache vielleicht dadurch erklären, dass diese Base, theilweise in Verbindung mit einem andern Körper (etwa dem Lecithin ähnlich zusammengesetzt), in Alkohol leichter als in Wasser löslich sein könnte, oder, dass dieselbe, in fettartige Substanzen eingebettet, etwas schwer für Wasser zugänglich gewesen. Jedenfalls aber ersieht man aus jener Thatsache, dass das Weggiessen selbst des siedenden Abspülwassers nicht genügt hätte, um die rückständigen Pilze für den Genuss unschädlich zu machen.

An der Hand dieser chemischen Resultate war es auch ziemlich naheliegend, die Ursache der giftigen Wirkung der fraglichen Lorcheln anzugeben.

Aus der botanischen Untersuchung des Herrn Apoth. *Studer* ergibt sich zunächst mit Sicherheit, dass keine giftige und überhaupt keine andere Art unter diese an und für sich essbare Pilzart gerathen war. Allerdings kann die Lorchel oder Steinmorchel im frischen Zustand unter Umständen sehr gefährlich sein. Es haben zuerst *Bostroem**) und *Ponfick***) dargethan, dass die frischen Lorcheln eine eigenthümliche Giftwirkung auf Menschen und Säugethiere ausüben. Später haben *Boehm* und *Külz*†) die Trägerin dieser Wirkung in Form einer stickstofffreien Säure isolirt und sie Helvellasäure benannt. Dieselbe ist sehr giftig, indem sie, in geringer Quantität eingegeben, Hämoglobinurie erzeugt und ziemlich schnell zum Tode führt; sie ist aber auch leicht zersetzlich und flüchtig und daher im Allgemeinen doch nicht so gefährlich, weil sie aus den frischen Pilzen durch Weggiessen des heissen Ausspülwassers entfernt werden kann und auch beim Trocknen derselben sich verflüchtigt. In unserm Falle war es unwahrscheinlich, dass die Helvellasäure an der Vergiftung schuld gewesen, da die Pilze in getrocknetem Zustand im Winter gekauft wurden; ausserdem hat Herr Dr. Jonquière nichts besonderes in seinem Urin bemerkt, während doch ein blutiger Harn dem sachkundigen Patienten bei seinem schlechten Befinden gewiss auffallen würde.

Um aber in dieser Hinsicht durch eigene Ueberzeugung vergewissert zu sein, habe ich ein wässriges Decoct der betreffenden Lorcheln einem Kaninchen nach und nach während eines Tages injicirt,

*) Deutsch. Archiv f. Klin. Med. XXXII Bd.
**) Virchow's Archiv. Bd. LXXXVIII.
†) Arch. f. Exp. Path. u. Pharmak. Bd. XIX.

konnte aber trotz dem am nächsten Tage erfolgten Tode kein Hämoglobin im Harn nachweisen. Somit war die Helvellasäure als Ursache der Giftwirkung in unserm Falle vollständig ausgeschlossen.

Die Substanzen, welche ich aus den Lorcheln isolirte, sind ausgesprochene Fäulnissbasen oder, um den modernen Ausdruck zu gebrauchen, Ptomaine.

Die nachtheilige Wirkung von verfaulten oder in Zersetzung begriffenen Nahrungsstoffen hat man wohl seit jeher gekannt, diejenigen chemischen Körper jedoch, welche als Träger der verschiedenen giftigen Eigenschaften auftreten, wie auch die verschiedenen Zersetzungsformen, denen eine fäulnissfähige Substanz unter gewissen Bedingungen unterliegen kann, sind erst seit nicht geraumer Zeit entdeckt und untersucht worden. *Nencki* war der erste, der eine Fäulnissbase, ein Ptomain, im J. 1876 isolirte und ihre chemische Zusammensetzung feststellte. Schon vorher beschäftigte sich zwar *Selmi* und nach ihm andre, namentlich italienische und französische Gelehrte*) mit der Isolirung von Cadaveralkaloiden; bei allen diesen Untersuchungen ist jedoch kein bestimmter chemischer Körper mit Sicherheit isolirt worden, sondern man begnügte sich mit syrupösen Flüssigkeiten, Auszügen, die man einerseits ausführlich auf das toxicologische Verhalten untersuchte, andrerseits durch gewisse Alkaloidreactionen in Parallele mit bereits bekannten Verbindungen stellte.

Erst die Arbeit von *Nencki* über die Fäulniss von Eiweisssubstanzen war für dieses Gebiet grundlegend. Nachdem *Nencki* Gelatine hatte verfaulen lassen, isolirte er aus den Fäulnissprodukten eine Base, das erste chemisch rein dargestellte Ptomain von der Zusammensetzung $C_8H_{11}N$ — das Collidin. Sodann folgen vereinzelte ähnliche Arbeiten; so haben *Gauthier* und *Étard* aus gefaultem Fischfleische zwei Ptomaine isolirt; das eine davon war das Nencki'sche Collidin, während das andre, ein homologes davon, die Zusammensetzung $C_9H_{13}N$ hatte.

Bei weitem aber die hervorragendsten Resultate sind auf diesem Gebiete von *Brieger* erzielt worden, und seine diesbezüglichen Publicationen bilden seit dem J. 1885 schon jetzt ein verhältnissmässig umfangreiches Werk, in welchem aber das Hauptgewicht zunächst auf die chemischen Data gelegt wird, als Grundlage für alle weiteren Consequenzen.

---

*) Die bezügliche historische Uebersicht findet sich in den Brieger'schen Monographien über Ptomaine, Berlin 1885—1886, Verl. v. Hirschwald.

Uebersehen wir die Reihe der von *Brieger* untersuchten verfaulten Stoffe, so sind sie bis auf die Hefe alle thierischen Ursprungs. Eiweisshaltige pflanzliche Substanzen, welche ähnlichen Fäulnissprocessen anheimfallen können, sind nach der Brieger'schen Tendenz noch gar nicht untersucht worden, und in der Literatur habe ich nur über einen einzigen Gegenstand, der in dieses Gebiet einschlägt, grössere Arbeiten gefunden — ich meine die Untersuchungen über gefaulten Mais.

Mehrere italienische Gelehrte und Aerzte, *Lombroso* und *Brugnatelli* voran, und später *Husemann* und seine Schüler in Deutschland haben sich Mitte der 70er Jahre mit der Wirkung der verschiedenen Producte aus gefaultem Mais beschäftigt. Die Giftigkeit des gefaulten Mais hat nämlich schon *Ballardini* im J. 1845 experimentell dargethan. Auch soll mit dem Maisgenuss eine gewisse Hautkrankheit mit nervösen Erscheinungen — die sog. Pellagra — im Zusammenhang stehen. Als Ursache derselben hat man eine durch die Entwickelung von gewissen Schimmelpilzen bedingte Erkrankung des Mais erkannt. *Lombroso* hat speciell nachgewiesen, dass der Genuss von Mais, welcher von einer specif. Schimmelart — Penicilium Maydis — befallen war, bei Hühnern Diarrhœ, Ausfallen der Federn und schliesslich den Tod herbeiführte. Es sind da aber wiederum nur verschiedene Extracte auf ihre physiologische Wirkung geprüft worden, ein chemisches Individuum wurde hierbei nicht isolirt; wenigstens konnte ich in der Literatur nichts diesbezügliches finden.

Die Schwämme, welche durch ihren Gehalt an fäulnissfähigen Substanzen ein geeignetes Material zur Erzeugung von Ptomainen bieten, blieben in dieser Hinsicht bis jetzt ebenfalls noch unberücksichtigt.

Wenn Vergiftungen durch Schwämme vorkommen, so wird man mit der Vermuthung wohl gar zu leicht bei der Hand sein, dass dem Consumenten an und für sich giftige oder nicht essbare Exemplare dargereicht worden seien. Indess finden sich schon hie und da Angaben in der Literatur, dass Vergiftungen nach dem Genuss von sonst notorisch essbaren Pilzen stattgefunden haben. *Husemann* gibt in dem von ihm aus dem Französischen übersetzten Boudier'schen Buch «Ueber Pilze» mehrere Fälle an, die sich auf das Giftigwerden von Species beziehen, welche allgemein gegessen werden; so wird da z. B. die Bemerkung von Christison über den gewöhnlichen Champignon citirt, «dass der Schwamm gegen Ende des Sommers nicht immer unschädlich sei, vorzüglich im alternden Zustande».

Ferner sagt Bayle vom Cantharellus cibarius Fries (Eierschwamm), dass er im alten Zustande gefährlich werde. Namentlich sind aber viele Fälle von Intoxicationen mit Morcheln (Morchella) und Lorcheln (Helvella) angegeben. Husemann führt in dem genannten Buche die diesbezüglichen Beobachtungen mehrerer Autoren an, von welchen namentlich eine vom J. 1844 datirte hervorzuheben ist, «wo choleraähnliche Erscheinungen, die erst am 6. Tage sich völlig verloren, bei drei Erwachsenen nach dem Genusse von Morcheln hervortraten, die nicht gehörig abgewaschen, einige Tage bei warmer Luft hingestellt und mit vielem Fett zubereitet waren. Es liesse sich denken, dass durch das Stehen Zersetzungsproducte entstanden seien». Fodoré und Christison bezeichnen starken Regen vor dem Sammeln als Ursache des Giftigwerdens der gemeinen Morchel; Baiham gibt auch an, dass man diese Pilze nie nach dem Regen sammeln solle, da sie dann sehr unschmackhaft seien und rasch verdürben.

Husemann citirt ferner einige Fälle, die sich speziell auf Vergiftung mit Helvella beziehen, so v. Keber «dem 6 Fälle, deren Hauptsymptom Erbrechen war, vorkamen, und von denen einer, mit Coma verbunden, in drei Tagen lethal endete . . . . .; auch im letztern Falle waren Regentage vorangegangen.» Im Mai des Jahres 1885 starben nach dem Genusse von Lorcheln in Galizien in 4 Orten 16 Personen von 30 Erkrankten in Zeit von 24—48 Stunden und in Ungarn 22 Personen.

Die Morcheln und Lorcheln gehören zwar zu den nahrhaftesten Pilzen, indem sie viel stickstoffhaltige Substanzen (Proteïngehalt in der Trocken-Substanz von Morchella esculenta 35 % und von Helvella esc. 26 %), Fett (ca. 2,4 %) und Zucker (Mannit, bis zu 10 %) enthalten; im frischen Zustand enthält aber namentlich Helvella esc. sehr viel Wasser (wohl über 90 %), und somit sind die Bedingungen für die schnelle Zersetzung bei geeigneter Temperatur gegeben. *Husemann* bemerkt (schon im Jahre 1867) daher sehr treffend: «Der grosse Reichthum an Proteïnsubstanzen und Fett kann vielleicht als Erklärung der leichten Zersetzbarkeit dieser Pilze dienen, so dass gerade ihr Werth auch gleichzeitig ihren Unwerth bestimmt.»

Die Vermuthung, dass unsere fragl. Lorcheln durch Fäulniss giftig wurden, wird durch die Resultate der chemischen Untersuchung zur Sicherheit. So stellt das Trimethylamin ein geradezu typisches Ptomain dar, welches ein fast niemals fehlender Bestandtheil der von

Brieger untersuchten verfaulten Substanzen ist. Auch das Neurin hat Brieger in faulem Fleisch vorgefunden und seine Eigenschaften genauer festgestellt. Nicht ohne Bedeutung ist schliesslich, als Beleg für Fäulniss, die verhältnissmässig grosse Quantität (0,3—0,5 %) von präoformirtem Ammoniak (offenbar als kohlensaures Salz), das ich im Pilzdestillat vorgefunden habe. Zur Kontrole habe ich nicht giftige Pilze derselben Art — Helvella esc. — ebenfalls im Wasserdampfstrom destillirt und nur eine etwa 10 Mal geringere Quantität Ammoniak vorgefunden.

Unter den Ptomainen, welche Brieger aus verschiedenen Substanzen dargestellt hatte, sind bei weitem nicht alle toxisch und er bezeichnet diejenigen, welche in minimer Quantität deutlich giftige Wirkung zeigen, mit dem Namen — Toxine.

Somit wäre das Neurin das einzige Toxin unter den drei von uns aus den betreffenden Lorcheln isolirten Basen, und ich verweise hier auf den Bericht des Herrn Prof. *Demme*, wo die genauere Wirkung derselben angegeben ist. Das Präparat, welches ich zu dieser Untersuchung geliefert habe, stammte aus jener Partie, welche, unmittelbar mit Platinchlorid ausgefällt, das nach einigem Umkrystallisiren reine Platindoppelsalz des Neurins ergab.

Die Abstammung dieser stark giftigen Base ist in unserm Falle nicht schwer zu finden. Das Neurin oder die Vinyltrimethylammonium-Base steht in naher Beziehung zu einer Base, die sowohl im Thier- als auch im Pflanzenreich sehr verbreitet ist, nämlich zu dem Cholin, indem es aus dieser durch Wasserabspaltung entstehen kann:

$$\underset{\text{Cholin}}{(CH_3)_3\,N\!\begin{matrix}-CH_2.CH_2OH\\-OH\end{matrix}} = \underset{\text{Neurin}}{(CH_3)_3\,N\!\begin{matrix}-CH=CH_2\\-OH\end{matrix}} + H_2O$$

Ausserdem geht das Cholin durch Oxydation in die stark giftige Base Muscarin über, welche nicht nur als Alkaloid in dem Fliegenschwamm vorkommt, sondern auch von Brieger in faulem Fisch als Ptomain vorgefunden worden ist. Dieser Uebergang findet in folgender Gleichung seinen Ausdruck:

$$\underset{\text{Cholin}}{(CH_3)_3\,N\!\begin{matrix}-CH_2.CH_2OH\\-OH\end{matrix}} + O = \underset{\text{Neurin}}{(CH_3)_3\,N\!\begin{matrix}-CH_2.CH(OH)_2\\-OH\end{matrix}}$$

Das Cholin ist an und für sich nur in grössern Dosen giftig; so erzeugt es nach *Bœhm**) erst in der Quantität von 0,05—0,1 gr. bei

*) Arch. für Path. Pharmak., Bd. XIX., S. 91.

Fröschen Paralyse, aber keinen diastolischen Herzstillstand und auch *Brieger**) gibt an, dass es erst in der zehnfachen Dosis des Neurins ähnlich giftig wirke. Dieses also nicht sehr gefährliche Cholin kann nun aber unter Umständen das stark giftige Neurin oder auch das Muscarin liefern, und dieser Fall einer einfachen chemischen Veränderung, vereint mit starker Veränderung der toxischen Eigenschaften einer Substanz, steht nicht vereinzelt da; so entsteht z. B. aus dem wenig giftigen Conydrin $C_8H_{19}NO$ durch Wasserverlust das stark giftige Coniin $C_8H_{17}N$ u. drgl. mehr.**) Das Cholin ist, wie gesagt, eine sehr verbreitete Substanz und soll nach *Bæhm* und *Külz* normaler Weise in der Lorchel (Helvella esc.) vorkommen. Da nun auch das Trimethylamin als ein weiteres Spaltungsproduct aus dem Cholin entstehen kann, so ist wohl die Annahme gerechtfertigt, dass in unserem Fall die beiden organischen Basen aus einer und derselben Substanz, aus dem präoformirten Cholin, abstammen.

Diese Umsetzung findet aber wahrscheinlich nicht durch einen rein chemischen Vorgang statt, sondern sie ist eher die Folge physiologischer Prozesse. *Brieger* hat gezeigt, dass gewisse pathogene Bacterien specifische Gifte in Nährlösungen, in welchen sie gedeihen, produciren; so bilden z. B. die auf Rindfleisch cultivirten, Tetanus erzeugenden Bacterien ein spezifisches Gift, das Tetanin, welches bei Thieren, durch subcutane Injection, den typischen Tetanus erzeugen soll. Anderseits hat auch *Lombroso* noch früher nachgewiesen, dass die spezielle Zersetzung des Mais, welche die Pellagrakrankheit bedingen soll, durch eine spezielle Schimmelart — Penicilium Maydis — bewirkt wird.

Die Schwämme werden wohl bei ihrem relativ grossen Reichthum an stickstoffhaltigen Substanzen, Fett und Zucker einen ganz guten Nährboden für niedere Pilze und Bacterien repräsentiren.†) Auch gehen bekanntlich verschiedene Insekten gern an die Schwämme, und ob nun diese gefährlichen Zersetzungen durch irgendwelche spezielle Schimmel- oder Spaltpilzarten hervorgerufen werden, oder ob sie viel-

---

*) Ueber Ptomaine.

**) An und für sich ungiftige Substanzen, welche unter geeigneten Bedingungen, obwohl chemisch nur wenig verändert, dennoch stark giftige Eigenschaften erlangen, wie z. B. das Cholin, möchte ich mit dem Namen Toxinogene bezeichnen.

†) Ein wässriges Schwammdecoct wäre vielleicht als Nährlösung für die Bacteriologen versuchswerth.

leicht Stoffwechselprodukte der höher organisirten Insekten sind — diese und dergleichen Fragen muss ich den Spezialisten zur Beantwortung überlassen.

Um aber kategorisch die Frage zu beantworten, ob durch Fäulniss essbare Schwämme giftig werden können, habe ich etwa 100 gr. trockener, nicht giftig wirkender Helvella esculenta mit 1 Liter Wasser angerührt und 4 Tage bei Bruttemperatur stehen gelassen. Daraufhin stellte ich ein wässriges Decoct her und fand, dass eine Quantität desselben, welche etwa 0,3 gr. trockener Pilzsubstanz entspricht, bei Fröschen, nach subcutaner Injection, zunächst Paralyse der Vorder-, dann der Hinterbeine und nach wenigen Augenblicken einen diastolischen Herzstillstand hervorrief. Nach Atropininjection fing das Herz von neuem an zu pulsiren. Genau wird die Wirkung auch dieser künstlich gefaulten Lorcheln von Herrn Prof. *Demme* ermittelt werden. Ich habe mit diesem Versuch nur den allgemeinen Beweis liefern wollen, dass auch durch künstliche, oder besser gesagt, absichtlich angestellte Fäulniss die Lorcheln giftig werden können, und behalte es mir für eine weitere Untersuchung vor, die giftigen Prinzipien, welche auf diesem Wege entstehen, als chemische Individua zu isoliren. Immerhin kann ich aber schon jetzt dies hervorheben, dass die Bedingungen, unter denen die Fäulniss stattfindet, von grossem Einfluss auf die Resultate werden können, und man wird daher nicht immer dieselben Ptomaine aus denselben Substanzen zu erwarten haben. Die Reaction während der Fäulniss (ob sauer alkalisch oder künstlich neutralisirt), die Temperatur und die Dauer sind von grossem Einfluss auf das Resultat. — Vor mehreren Jahren hat *Nencki* in seiner ausführlichen Arbeit über physiologische Oxydation auf experimentellem Wege festgestellt, dass viele organische Substanzen, so namentlich Traubenzucker und Eiweissstoffe, in alkalischer Lösung Sauerstoff absorbiren, indem sie zugleich Spaltungsprodukte liefern; und diese Sauerstoff-Absorption ist nach ihm unter anderm abhängig:

1. von dem relativen Alkaligehalt der Lösung,
2. « der Concentration « « und
3. « der Dauer der Einwirkung.

Brieger hat ebenfalls dargethan, dass je nach der Dauer der Fäulniss verschiedene Ptomaine entstehen und gerade z. B. bei zu langem Faulen keine Toxine mehr vorhanden sind, so dass dieselben gewissermassen nur als Zwischenstufen auftreten.

Jedenfalls halte ich es für lohnenswerth, die verschiedenen Schwämme in Bezug auf Ptomainbildung genauer zu untersuchen, denn durch solche Arbeiten könnte man viele räthselhafte Vergiftungen durch Pilzgenuss aufklären und zu einer präciseren Form des Ausdruckes gelangen, inwiefern Gefahr bei Pilzgenuss vorhanden ist.

Die Meinung, dass beim Genuss der Schwämme nicht nur die hie und da normaler Weise in denselben vorkommenden Gifte, wie z. B. Muscarin, sondern auch die Fäulnissbasen in Betracht zu nehmen sind, hat *Sahli* in seinem toxicolgischen Beitrag zur Schwammvergiftnng, die hier in Bern vor etwa drei Jahren mit Amanita Phalloïdes stattgefunden, ausdrücklich hervorgehoben. Unsere vorliegende Untersuchung bestätigt experimentell diese Aeusserung, so dass die Gefahr bei Genuss namentlich von getrockneten Schwämmen eine doppelte sein kann: die eine rührt von der Verwechslung der essbaren mit den giftigen her, die andre aber von den Zersetzungsproducten der an und für sich essbaren Schwammarten.

A. Jonquière.

Einige Bemerkungen zur galvanischen Polarisation.

(Mitgetheilt in der Sitzung vom 14. April 1888.)

Die nachfolgende Note war ursprünglich nicht zur Veröffentlichung bestimmt, sondern sollte nur als kleinere Mittheilung im Schoosse der Naturforschenden Gesellschaft vorgetragen werden. Wenn nun trotzdem unter den Abhandlungen der Gesellschaft jene Mittheilung nahezu vollinhaltlich abgedruckt wird, so geschieht es weniger aus eigenem Antriebe des Verfassers, als auf mehrfach geäusserten Wunsch einiger kompetenter Gesellschaftsmitglieder hin.

Die Publikation bedarf insofern einer Rechtfertigung, als, wie eine Durchsicht der sachbezüglichen Litteratur nachträglich ergab, der Grundgedanke nicht völlig neu ist, sondern in etwas anderer, möglicherweise weniger bestimmter Form, schon ausgesprochen wurde.

Immerhin scheint dieser Gedanke noch keineswegs allgemein bekannt zu sein und es ist befremdlich, denselben selbst in neueren physikalischen Werken völlig unberücksichtigt zu sehen.

Es mag daher eine neue Publikation über diesen Gegenstand wenigstens entschuldbar sein, zumal wenn der Standpunkt, von welchem aus derselbe betrachtet wird, ein etwas abweichender ist.

Es sei ein beliebiger Stromkreis gegeben, in welchem ein Strom von der Intensität J zirkulire. Betrachten wir ein beliebiges Stück des Stromkreises, welches begrenzt ist von zwei Punkten A und B, oder, schärfer ausgedrückt, von den beiden durch die Punkte A und

B gehenden Potentialniveau-Flächen, so ist die Arbeit, welche in diesem Leiterstücke in der Einheit der Zeit geleistet wird, bekanntlich ausgedrückt durch die Gleichung:

$$W = (V_A - V_B).J,$$

wenn V_A der Werth der Potentialfunktion im Punkte A, V_B der Werth derselben im Punkte B ist.

Wir bemerken, dass die Arbeit W abhängt von zwei von einander unabhängigen variablen Grössen: der Potentialdifferenz $V_A - V_B$ und der Stromstärke J.

Nun denken wir uns, zwischen A und B sei irgend eine Zersetzungszelle, z. B. ein Knallgasvoltameter, eingeschaltet; A und B seien die beiden Elektroden des Voltameters. Nach *Faraday* wird nun bekanntlich in der Zersetzungszelle in der Zeiteinheit eine Menge des Elektrolyten zersetzt, welche nur abhängt von der Stromstärke J und zwar derselben direkt proportional ist. Zu dieser Zersetzung wird eine gewisse Arbeit verbraucht, welche in den Zersetzungsprodukten in Form von potentieller Energie enthalten ist und durch Wiedervereinigung der ausgeschiedenen Ionen wieder gewonnen werden kann. Diese Arbeit ist der Menge des zersetzten Elektrolyten und folglich der Stromstärke direkt proportional. Die im Leiterstücke AB geleistete Arbeit, soweit sie zur Zersetzung des Elektrolyten verwendet wurde, ist also:

$$W_1 = K.\ J,$$

wo K eine von der Beschaffenheit des Elektrolyten abhängige Konstante bedeutet.

Wir bemerken hier, dass die Arbeit W_1 nur von e i n e r variablen Grösse, der Stromstärke J, abhängig ist.

Nun liegt auf der Hand, dass W_1 wenigstens nicht grösser sein kann als W. Und doch ist es sehr wohl denkbar, dass bei unveränderter Stromstärke J durch Verminderung der Potentialdifferenz $V_A - V_B$ die von zwei Faktoren abhängige Arbeit W kleiner gemacht werden kann als die nur von der Stromstärke abhängende Arbeit W_1. Zu diesem Zwecke brauchte man nur die elektromotorische Kraft der angewandten Batterie klein genug zu nehmen und allenfalls durch Ausschalten von Widerständen dafür zu sorgen, dass die Stromintensität J nicht merklich abnimmt.

Wir stehen also, wenigstens scheinbar, vor einem Widerspruche. Aus der Bedingung $W \geqq W_1$ folgt, dass $V_A - V_B \geqq K$ sein muss,

oder da $V_A - V_B$ jedenfalls kleiner ist als die elektromotorische Kraft E der angewandten Batterie:

$$E > K$$

Wie gestaltet sich nun aber die Sache, wenn die elektromotorische Kraft E kleiner ist als K?

Wenn wir an der Richtigkeit des Faraday'schen Proportionalitätssatzes festhalten, so müssen wir, wenn wir nicht in unlösbaren Widerspruch mit dem Grundprinzipe der Physik, dem Satze von der Erhaltung der Energie, gerathen sollen, nothwendig den Schluss ziehen: dass kein Strom entsteht, sobald E kleiner als K ist. Denn dann ist $W = 0$ und $W_1 = 0$.

Die Konstante K ist natürlich für jeden Elektrolyten eine andere. Für jeden Elektrolyten gibt es eine Grenze der elektromotorischen Kraft, unterhalb welcher die Entstehung eines Stromes unmöglich ist.

Damit sind wir nun auch auf einfache und naturgemässe Weise zur Einsicht der Nothwendigkeit der galvanischen Polarisation gekommen. Denn damit die Entstehung eines Stromes unmöglich wird, muss nothwendig eine elektromotorische Gegenkraft auftreten, welche so lange gleich und entgegengesetzt der elektromotorischen Kraft der angewandten Batterie ist, als die obenerwähnte Grenze K nicht überschritten wird.

Diese elektromotorische Gegenkraft ist eben das, was man als »galvanische Polarisation« zu bezeichnen pflegt.

Die galvanische Polarisation ist also eine nothwendige Folge des Prinzips von der Erhaltung der Energie.

Es handelt sich nun darum zu zeigen, wie im speziellen Falle die Konstante K zu berechnen ist.

Wir bedienen uns des absoluten elektrischen Mass-Systems und drücken elektromotorische Kraft und Stromstärke in den gebräuchlichen Einheiten Volt und Ampère aus.

Ein Strom von der Intensität J Ampères, der hervorgerufen wird durch eine elektromotorische Kraft von E Volts, leistet in der Zeit von Z Sekunden die Arbeit

$$W = E \cdot 10^{8}\left[\mathrm{gr}^{\frac{1}{2}}\ \mathrm{cm}^{\frac{3}{2}}\ \mathrm{sec}^{-2}\right] \cdot J \cdot 10^{-1}\left[\mathrm{gr}^{\frac{1}{2}}\ \mathrm{cm}^{\frac{1}{2}}\ \mathrm{sec}^{-1}\right] \cdot Z\left[\mathrm{sec}\right]$$

$$= 10^{7} \cdot E \cdot J \cdot Z \left[\mathrm{gr}\ \mathrm{cm}^{2}\ \mathrm{sec}^{-2}\right] = 10^{7} \cdot E \cdot J \cdot Z \text{ Ergs.}$$

Die absolute Arbeitseinheit oder das Erg ist in Kilogrammmetern ausgedrückt $= 10^{-5} \cdot \frac{1}{981}$ Kgm. Ein Kilogrammmeter ist äquivalent einer Wärmemenge von $\frac{1}{424}$ Calorie. In Wärmeeinheiten ausgedrückt ist also 1 Erg $= 10^{-5} \cdot \frac{1}{981 \cdot 424}$ oder $= 10^{-11} \cdot 2{,}4$ Calorien.

Der in Wärmeeinheiten ausgedrückte Arbeitswerth eines Stromes von J Ampères Stromstärke, der hervorgerufen wird durch eine elektromotorische Kraft von E Volts und eine Zeit von Z Sekunden andauert, ist also gleich

$$10^{-4} \cdot 2{,}4 \cdot E \cdot J \cdot Z \text{ Calorien.}$$

Nehmen wir als Elektrolyten das Wasser. Ein Strom von der Intensität 1 Ampère zersetzt in 1 Sekunde $10^{-8} \cdot 9416$ gr. H_2O (nach F. Kohlrausch). Der neunte Theil dieser Menge, also $10^{-8} \cdot 1046$ gr., ist reiner Wasserstoff. Bei der Verbindung von 1 gr. Wasserstoff mit der äquivalenten Menge Sauerstoff wird eine Wärmemenge von 34,741 Kilogramm-Calorien entwickelt (nach Thomson). Die Verbrennungswärme von $10^{-8} \cdot 1046$ gr. H ist also $= 10^{-4} \cdot 3{,}6$ Cal. Die dieser Wärmemenge äquivalente Arbeit musste aufgewendet werden, um die $10^{-8} \cdot 9416$ gr. Wasser zu zersetzen. Geht also ein Strom von der Stärke J Ampères während Z Sekunden durch ein Knallgasvoltameter, so wird zu der Zersetzung des Wassers eine Arbeit verbraucht, welche äquivalent ist $10^{-4} \cdot 3{,}6 \cdot J \cdot Z$ Calorien.

Diese letztere Wärmemenge darf nun jedenfalls nicht grösser sein, als der in Wärmeeinheiten ausgedrückte Arbeitswerth des Stromes; d. h. es ist

$$10^{-4} \cdot 2{,}4 \cdot E \cdot J \cdot Z > 10^{-4} \cdot 3{,}6 \cdot J \cdot Z$$

oder $E > 1{,}5$ Volt

Die elektromotorische Kraft der anzuwendenden Batterie muss also grösser sein als 1,5 Volt, wenn eine Zersetzung des Wassers stattfinden soll.

In ähnlicher Weise lässt sich das Minimum der anzuwendenden elektromotorischen Kraft für jeden Elektrolyten berechnen, für welchen der Vorgang der Elektrolyse und der Wärmewerth der sich dabei abspielenden chemischen Prozesse genau bekannt ist.

Das vorliegende Beispiel möge für unsern Zweck genügen.

In den Sitzungsberichten der Wiener Akademie vom Jahre 1878 finden sich drei höchst interessante Arbeiten von *F. Exner* über Elektrolyse und galvanische Polarisation.*) — Wie Exner angibt, wurde die Thatsache, dass die elektromotorische Kraft eines Daniell-Elementes (1 Daniell = 1,106 Volt) nicht genügt um Wasser zu zersetzen, schon von Thomson und Helmholtz erklärt. Die Schlussweise dieser Physiker ist ungefähr die folgende:

Während des Verbrauches von einem Aequivalent Zink (auf das Gramm als Einheit bezogen) liefert das Daniell-Element eine Wärmemenge von ungefähr 25000 Grammcalorien. Nach Faraday's Satz von der Aequivalenz der ausgeschiedenen Ionen muss im Voltameter in derselben Zeit ein Aequivalent, d. h. 1 Gramm, Wasserstoff ausgeschieden werden, dessen Verbrennungswärme 34000 Grammcalorien beträgt. Es ist aber nicht möglich, dass durch eine Wärmemenge von 25000 Cal. eine Arbeit geleistet wird, welche 34000 Cal. äquivalent ist. Ein Daniell-Element kann also nicht genügen zur Wasserzersetzung, sondern es braucht dazu wenigstens $\frac{34000}{25000} = 1{,}36$ Daniell oder 1,5 Volt.

Diese Schlussweise stützt sich auf den Faraday'schen Aequivalenz-Satz. Mit Recht macht daher Exner die Bemerkung, dass diese Erklärung nicht auf alle Fälle anwendbar sei. Denn wenn statt eines Daniell-Elementes eine Thermosäule von derselben elektromotorischen Kraft angewendet wird, so tritt ebenfalls keine Wasserzersetzung ein. Hier findet nun aber Faraday's Aequivalenzsatz keine Anwendung mehr, denn von einer der entwickelten Wasserstoffmenge äquivalenten Menge Zn kann ja hier nicht die Rede sein. Exner ist also gezwungen, sich nach einer andern Erklärung umzusehen. Hier kommt nun Exner auf die Polarisation zu sprechen. Er sagt, dass der Grund des Nichteintretens einer Zersetzung offenbar nur in dem Auftreten der Polarisation an den Elektroden liegen könne. In Uebereinstimmung mit dem, was hier entwickelt wurde, erklärt er dann die Polarisation als nothwendige Folge der bei der Zersetzung des Elektrolyten geleisteten Arbeit und berechnet die elektromotorische Kraft des Polarisationsstroms für eine grosse Zahl von Körpern, indem er den Wärmewerth der bei der Wiedervereinigung der ausgeschiedenen Ionen sich abspielenden chemischen Prozesse, bezogen auf 1 Aequivalent, bestimmt. Durch Division

*) Ueber die galvanische Polarisation des Platins in Wasser. Band 77.
Ueber die Elektrolyse des Wassers. Band 77.
Ueber die Natur der galvanischen Polarisation. Band 78.

dieser Grösse mit dem ebenfalls auf 1 Aequivalent bezogenen Wärmewerthe der im Daniell-Elemente vorgehenden chemischen Prozesse erhält er dann die elektromotorische Kraft der Polarisation, ausgedrückt in Daniell, und findet Resultate, welche mit seinen äusserst sorgfältig ausgeführten Versuchen sehr schön übereinstimmen. — Es ist hier nicht der Ort, auf die höchst interessanten Original-Abhandlungen Exner's näher einzutreten.

In einem Punkte unterscheidet sich Exner's Auffassung von der Polarisation von der hier entwickelten. Während Exner aus der mit der Elektrolyse verbundenen Arbeitsleistung den Polarisationsstrom, und aus diesem das Nichteintreten einer Zersetzung unterhalb einer gewissen Grenze folgert, ist hier der umgekehrte Weg eingeschlagen. Aus Faraday's Satz von der Proportionalität der Stromstärke mit der Menge der ausgeschiedenen Ionen folgt in Verbindung mit dem Satze von der Erhaltung der Energie, dass unterhalb einer gewissen Grenze der elektromotorischen Kraft die Entstehung eines Stromes unmöglich ist. Um das Zustandekommen des Stromes zu verhindern, muss ein Gegenstrom, der Polarisationsstrom, eintreten.

Wie man sieht, führen die beiden Auffassungen zu demselben Resultate. Beide haben den wesentlichen Punkt gemeinsam, dass die galvanische Polarisation als nothwendige Folge des Prinzips von der Erhaltung der Energie dargestellt wird.

Prof. Dr. Kocher.

Vorkommen und Vertheilung des Kropfes

im Kanton Bern.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 5. November 1887.)

Es ist eine auffällige Erscheinung, dass trotz den zahlreichen Untersuchungen und Herstellung von Karten über die geographische Verbreitung des Kropfes man bislang nicht über die Thatsache hinausgekommen ist, dass das Auftreten des Kropfes an gewisse begrenztere Gebiete der Erdoberfläche gebunden ist, aber noch nicht hat feststellen können, was an den betreffenden Orten der bestimmende Faktor für die Entstehung des Kropfes ist. *A. Hirsch**) kommt nach eingehender Würdigung aller Theorien über Kropfgenese zu dem Schlusse, dass alle auf Feststellung der Bedeutung der Bodenbeschaffenheit gerichteten Untersuchungen resultatlos geblieben seien und sich kein einziger Faktor als constant erwiesen habe. *Lücke* dagegen ist in seiner Monographie über den Kropf im Jahre 1875 noch geneigt, dem Magnesiagehalt des Trinkwassers eine Rolle zuzuweisen, und *Bircher* im Jahre 1883, in seiner wichtigen Arbeit über den endemischen Kropf, glaubt sich aus eigenen und fremden Untersuchungen zu den ganz bestimmten Schlüssen berechtigt, dass

1. der Kropf nur auf marinen Ablagerungen vorkomme und zwar auf den Sedimenten des palaeologischen, triasischen und tertiären Zeitalters;
2. frei von Kropf die Eruptivgebilde, das archäische krystallinische Gestein, die Sedimente der Jura-Kreide und des quaternären Meeres sein müssen, sowie alle Süsswasser-Ablagerungen.

Bei diesen Widersprüchen glaubten wir, durch eine möglichst vollständige gründliche Untersuchung eines kleineren Gebietes, sobald

*) *Historisch*-geographische Pathologie, Stuttgart.

dasselbe auch geologisch gehörig erforscht sei, möglicherweise doch bestimmtere Antwort auf die Frage nach dem Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf die Bildung des Kropfes zu erhalten.

Die Untersuchungen, welche der beiliegenden Kropfkarte zu Grunde liegen, beziehen sich auf Inspection von 76,606 Schulkindern zwischen 7 und 16 Jahren im Kanton Bern. Dieselben wurden in den Jahren 1883 und 1884 nach einheitlicher Methode ausgeführt, theils von Studirenden der Medizin, theils von mir selbst und meinen Assistenten. Durch gemeinsame Untersuchung einer Reihe von Kropfpatienten war eine bestimmte Vereinbarung über die gebrauchten Bezeichnungen für die verschiedenen Grade der Schilddrüsenvergrösserung und für die verschiedenen Formen von Kröpfen getroffen worden. Für die Verwerthung des Materials zur kartographischen Darstellung in Bezug auf die letztgenannten Unterschiede stellte es sich schliesslich als das Beste heraus, nur zwei Kategorien festzuhalten: Die Fälle von mässiger Vergrösserung der Schilddrüse, bei denen die Grenze gegen die physiologischen Schwankungen noch einigermassen unsicher erschien, und die andern Fälle von bedeutender Vergrösserung der Schilddrüse nebst Bildung von Kropfknoten, bei denen über das Vorhandensein einer pathologischen Veränderung der Schilddrüse kein Zweifel mehr walten konnte.

Eine Trennung der diffusen bedeutenderen Anschwellungen der Schilddrüse von denjenigen Fällen vorzunehmen, wo deutliche Knotenbildung durch Palpation oder Inspection festzustellen war, erwies sich als nicht zweckmässig, da ohnehin in allen beträchtlichen diffusen Anschwellungen der Schilddrüse von längerm Bestand grössere und kleinere sog. Colloidknoten anatomisch zu Tage treten, auch wo sie klinisch nicht zu erkennen waren. Der dunkelbraune Antheil der Kreise auf der Karte gibt daher die verschiedenen Formen stark ausgebildeter Kröpfe an, während die heller schraffirte centrale Partie der Kreise die geringeren Grade von immerhin pathologischer Anschwellung der Schilddrüse ausdrückt.*)

An der Untersuchung betheiligten sich folgende Herren, welche zum Theil an die mühevolle Arbeit eine bedeutende Zeit und viele andere Opfer gewandt haben: Dr. Kummer, Dr. Collon, Dr. Schuler, Dr. Zumstein, Dr. Dick, Dr. Landis, Dr. Steinhäuslin, Dr. Burger, Dr. Born, Dr. Lindt, Dr. Schärer, Dr. Sulser, Dr. Nussbaumer, Dr. Juillard,

*) Die Karte ist nach den Prozentberechnungen durch meinen Vater, Herrn Ober-Ingenieur *Kocher*, und unter dessen Kontrolle in sehr exacter Weise von Herrn *C. v. Hoven* ausgeführt worden.

Dr. Möri, Dr. Kühni, Dr. Max Müller, Dr. Gehrig, Dr. Landolt, Dr. Guglielminetti, Dr. Schätzel, Dr. Schmidt, Dr. Lerch, Dr. Rohr, Dr. Mürset.

Wir dürfen annehmen, dass durch diese Untersuchungen ein ziemlich sicheres Urtheil über die Vertheilung der Kröpfe im Kanton Bern gewonnen worden ist. Eine Ergänzung bedürfen dieselben für die Stadt Bern. Dr. Marthe hat seiner Zeit auf unsere Anregung und zum Theil unter unserer Mithülfe die Schulen Bern's untersucht und von 29% bis 78% Kröpfe in den verschiedenen Klassen gefunden, resp. im 10—12ten Jahre, wo das Maximum erreicht wird, 56% für die Knaben und 64% für die Mädchen. In toto beträgt die Prozentzahl der Kröpfe in Bern circa 54%, also den in der Karte eingezeichneten umliegenden Ortschaften entsprechend. Die Marthe'schen Zahlen sind desshalb nicht aufgenommen worden, weil zwischen den ausgebildeten, starken Kröpfen und den leichten Anschwellungen der Schilddrüse nicht unterschieden wurde. Indess ist sicher, dass Marthe wesentlich bloss diejenigen Fälle in Rechnung brachte, wo man sich berechtigt glaubte, die Veränderung der Schilddrüse als eigentlichen Kropf zu bezeichnen.

Die Mehrzahl ausgedehnter Kropfstatistiken, welche wir besitzen, beruht nicht auf der Untersuchung von Schulkindern, sondern auf Zählungen von Erwachsenen, ganz besonders auf Rekruten-Untersuchungen. Letztern gegenüber hat die Untersuchung der Kinder verschiedene Vortheile: Einmal repräsentiren die Kinder einen viel grösseren Prozentsatz der Bevölkerung überhaupt und schliessen zweitens ganz besonders auch den weiblichen Theil der Bevölkerung ein. Da das weibliche Geschlecht mehr mit Kropf behaftet ist als das männliche, so ist es von Wichtigkeit, dass die Mädchen mituntersucht werden, was im schulpflichtigen Alter noch ausführbar, später aber nicht mehr thunlich ist. In dritter Linie ist zu berücksichtigen, dass bei Kindern im Alter von 10—14 Jahren die Frequenz des Kropfes die höchste Höhe erreicht.*) Es fragt sich, wie viel von dieser überwiegenden Häufigkeit in der spätern Zeit des schulpflichtigen Alters der Schule als Schuld beizumessen ist. An dem Auftreten des Kropfes ist dieselbe zweifellos unschuldig, da es genug Kröpfe gibt schon vor dem schulpflichtigen Alter; immerhin ist es sehr wahrscheinlich, dass das viele Sitzen mit gebeugtem Kopf beim Schreiben, Lesen etc. zur

*) Wenn wir Kröpfe schon bei kleinen Kindern, wie nicht selten im 6. und 7. Jahre fanden, so liess sich oft Heredität nachweisen.

stärkern Entwicklung von Kröpfen Anlass gibt, dass es also einen *Schulkropf* gibt.

Jedenfalls erhält man erst bei Untersuchung von Kindern und speziell der Mädchen in den spätern Jahren der Schulzeit den vollen Prozentsatz von Kröpfen bei einer Bevölkerung. Dazu kommt noch ein anderer wichtiger Umstand. In je spätern Jahren man untersucht, um so mehr erhält man die Kröpfe mit secundären Veränderungen zu sehen, sei es mit Ausbildung zu grossen Cysten in Folge von Hämorrhagien, sei es mit regressiven Metamorphosen der verschiedensten Art und dabei kommt es gar zu leicht vor, dass man sich durch die besondere Grösse, Consistenz- und Formveränderung der Schilddrüse so sehr imponiren lässt, dass man geringern Anschwellungen der Schilddrüse gar nicht Rechnung trägt und doch haben diese geringern Grade für die Aetiologie der Struma überhaupt Anspruch auf ebenso grosse Berücksichtigung, wie die durch allerlei Zufälligkeiten besonders auffälligen Kröpfe. In dieser Weise können bei einer geringen Zahl von Rekruten aus wenig bevölkerten Landstrichen ganz falsche Schlüsse auf das Vorkommen oder Fehlen der Kropfendemie daselbst gezogen werden.

Ueberhaupt kann man sich bei der Verwerthung von Kropfkarten nicht genug in Acht nehmen, dass man sich nicht durch die Masse imponiren lässt. Wo die Bevölkerung dünn gesäet ist, wo z. B. in bergigen Gegenden nur wenige Schulhäuser die Kinder rings herum von den Bergen her versammeln, da erscheint eine Gegend auf den ersten Blick viel weniger belastet, als da, wo ein Schulhaus an das andere sich reiht bei grosser Dichtigkeit der Bevölkerung. Und doch ist den 80—90% Kropf in den Thälern des Berner Oberlandes eben so viel Werth beizumessen für die Schlussfolgerung, dass die betreffende Gegend Kropfterrain ist, wie den sich halbdutzend- und dutzendweise häufenden Kreisen mit 80—90% in den stark bevölkerten, mit Schulen gesegneten Strichen des Mittellandes.

Professor *Baltzer* in Bern hatte die grosse Güte, den Vergleich unserer Kropfkarte mit der geologischen Beschaffenheit des Kantons Bern selber an die Hand zu nehmen, was doppelt zu begrüssen war, da Professor Baltzer gerade in den letzten Jahren als Mitarbeiter für die neue geologische Karte der Schweiz einen Antheil des Kantons Bern selbst zu bearbeiten hatte, also bis ins Detail mit den in Betracht kommenden Verhältnissen vertraut sein musste. Ebenso hatten wir uns des sachverständigen Rathes des Hrn. Dr. *von Fellenberg* zu erfreuen

und sprechen den beiden Herren hier unsern besten Dank für ihre freundliche Unterstützung aus.

Die beigegebene geologische Karte ist von Hrn. Sekundarlehrer *Kissling* unter Prof. Baltzer's fortwährender Beaufsichtigung und Unterstützung ausgearbeitet nach Vorlage des grossen geologischen Kartenwerkes der Schweiz, aber unter Weglassung unnütz komplizirender Einzelheiten. *)

Denn wollte man für ganz beschränkte Bezirke die geologische Bodenbeschaffenheit bis in's Detail zu bestimmten Schlüssen benutzen, so müsste man für den betreffenden Bezirk noch viel genauer ausgearbeitete Karten besitzen und ganz besonders auch das Quellengebiet kennen, von welchem die Ortschaft ihr Trinkwasser bezieht. Letzteres ist nun allerdings für eine Reihe der untersuchten Orte und Bezirke von uns ermittelt worden. Aber da die Schüler, welche an einem bestimmten Schulorte zusammenströmen, doch auch von verschiedenen Seiten und aus verschiedenen Entfernungen kommen, so wird man immerhin Schlüsse nur durch den *Vergleich* zu ziehen sich erlauben dürfen, d. h. nur diejenigen Ergebnisse für gesichert annehmen dürfen, welche durch öftere Wiederholung Fehlerquellen zu beseitigen gestatten.

Betrachten wir nun unsere Karte, so zeigt sich in Uebereinstimmung mit frühern Auffassungen, wie sie schon Lücke geäussert und Bircher ganz bestimmt formulirt hat, auf den ersten Blick eine *relative Immunität des Jura*, im Gegensatz zum übrigen Kanton, ebenso ganz entsprechend den Bircher'schen Schlussfolgerungen eine sehr auffällige Belastung des Molassegebietes. Aber bei näherem Zusehen ergibt sich doch ein ganz anderes Resultat, als dasjenige, zu welchem Bircher gelangt ist.

Zunächst ist der Jura durchaus nicht völlig frei. Die Stellen, wo er belastet ist, sind zwar vorzugsweise die eingeschnittenen Flussthäler, in welchen Ablagerungen abweichender Beschaffenheit zu Tage treten. Vorzüglich erscheinen hier alle die Ortschaften belastet, welche *auf unterer Süsswassermolasse* liegen und auch die wenigen Orte *auf oberer Süsswassermolasse* sind behaftet. So sehen wir im *St. Immerthal* bis 90 % mit Vergrösserung der Schilddrüse und 40 % mit ausgesprochenen Kröpfen. Hier handelt es sich um untere Süsswassermolasse. Dasselbe ist der Fall mit den stark behafteten Tramelan und Tavannes.

*) Der Tit. Verlagsbuchhandlung Schmid, Francke & Cie. in Bern verdanken wir unsrerseits bestens die gütige Erlaubniss, ihre Karte des Kantons Bern, gestochen von R. Leuzinger, für die vorliegende Arbeit verwenden zu dürfen.

Der west-östliche Strich, der anstösst und von Chaindon bis Court reicht, mit oberer Süsswassermolasse, erscheint viel weniger belastet.

Souboz, auf u. S. M., ist stark behaftet; Moutier, auf ob. S. M. bis Grandval schwächer; Soulce-Undervelier trotz u. S. M. nicht stark; Courchapoix-Corban, Mervelier auf ob. S. M., wenig; Chatillon auf u. S. M., sehr stark; Courfaivre an ob. S. M. anstossend, weniger stark; Courgenay und Courtemautruy, wo u. S. M. anstösst, sind noch ziemlich belastet; Wahlen und Brislach, obschon hier noch eine Insel von u. S. M., zeigen sehr wenig Kröpfe.

Stark behaftet erscheinen Vauffelin, Orvin etc., obschon *auf Diluvium mitten im Jura*. Ob deren Wasser noch vom St. Immerthal aus den Molasseschichten kommt? Die weiter abgelegenen Ortschaften *auf Diluvium mitten im Jura* sind *ganz wenig* behaftet, so Nods, Diesse, Lamboing.

Mitten im Jura, wenn auch *mässig*, doch immerhin deutlich behaftet sind die Orte von La Ferrière bis im Norden Pommerats, bei Bonfol (ziemlich stark) und dann bis Courtemaiche.

Mitten im Jura sind noch mässig behaftet Ocourt bis östlich zu St-Ursanne und Pleujouse, von da nördlich. Endlich zeigt sich das *Alluvium* behaftet.

Dass im Jura die eingeschnittenen Flussthäler behaftet sind, resp. die Orte, wo obere, aber vorzüglich *untere Süsswassermolasse* lagert, kann nach der Karte keinem Zweifel unterliegen. Bircher erklärt nun diese Formation für frei und nur da behaftet, wo die Quellen resp. Wasserläufe aus anstossenden oder tiefen Schichten stammen. Von mariner Molasse kann nach Prof. Baltzer und von Fellenberg hier keine Rede sein. Rother Mergel ist ein Charakteristikum von Aquitan d. h. reiner Süsswassermolasse.

Dagegen sind die Lagen von Süsswassermolasse im Jura umgeben von einem gelben Saum von *Flysch*, der die Annahme nahe legt, dass eine Schicht von Flysch sich unter der ganzen Lage von Süsswassermolasse hinzieht, und man könnte desshalb hier die Möglichkeit zugeben, dass die Kropfbildung mit dem Flyschuntergrund und nicht mit der darauf gelagerten Süsswassermolasse in Beziehung zu bringen sei. Der dem Eocen zugehörige Flysch ist ein thoniger Kalkschiefer, als marines Sediment in sehr grosser Tiefe und kolossaler Mächtigkeit gebildet. Da man in ihm als alleinige Versteinerung die Fucoiden kennt, so ist der Name ein Sammelsurium für alles mögliche Undefinirbare in der Petrographie. Wir kommen auf diese Frage bei Besprechung der schweren Kropfendemie im östlichen Theil des Kantons zurück.

Indess ist doch hier schon hervorzuheben, dass im St. Immerthal der gelbe Saum von Flysch fehlt, der die Berechtigung gibt, eine Schicht desselben als Unterlage für die Molasse anzunehmen und doch sind im St. Immerthale die Kröpfe keineswegs seltener als auf den Flysch-veränderten Molassegebieten, im Gegentheil stärker. Des Ferneren ist zu bemerken, dass da, wo Flysch zu Tage liegt, wie bei Delémont, Courroux, Courcelon und auch zum Theil bei Pruntrut nichts von besonderer Behaftung zu Tage tritt, im Gegentheil weniger als stellenweise auf reinem Jura.

Im Gegensatz zur relativen Freiheit des Jurakalkes im welschen Kantonstheil ist in hohem Masse auffällig, dass die *Juraformation im Berner Oberland* nach unserer Karte nicht nur behaftet, sondern sogar *sehr vorwiegend stark belastet ist.*

So ist die Gegend von Gimmelwald nordwärts, das Lauterbrunnenthal herunter bis Gsteig, ebenso nach derselben Richtung die Gegend von Saxeten, von Grindelwald, Burglauenen, das Lütschenthal abwärts ganz ausserordentlich stark mit Kropf behaftet. Dasselbe ist der Fall mit Meiringen, abwärts bis Brienz, wobei freilich die letzteren Ortschaften zum grössern Theil auf Alluvialboden stehen, der aber zum Theil von beiden Seiten von der Juraformation begrenzt ist.

Entschieden weniger behaftet erscheinen das Kander-, Frutig- und Simmenthal, sowie die Nebenthäler da, wo Jura zurücktritt und sich Flysch an der Oberfläche zeigt, wo also nach gewissen Annahmen die Endemie stärker sein sollte.

Professor Baltzer machte mich nun aufmerksam, dass zwischen dem Jurakalk und diesem Alpenkalk ein *Faciesunterschied* bestehe. Zunächst ist es hauptsächlich der Doggerschiefer, der belastet ist. Der Dogger ist Eisenstein, ein thonig-glimmeriger Sandstein mit Quarzitkalk, sehr viel Kiesel, Feuersteinknauer. Der Alpenkalk zeigt eine dunkle Farbe (woher auch die Färbung der schwarzen Lütschine rühren soll) im Gegensatz zu dem hellen Jurakalk. Dieselbe soll auf viel stärkere chemische Verunreinigung mit Sand, Kohle, Kiesel, namentlich aber auch auf Gehalt an organischen Stoffen zurückzubeziehen sein.

Wir hätten darin einen vorzüglichen Anhaltspunkt für die Theorie, dass nicht sowohl die mineralische Bodenbeschaffenheit an und für sich für das Vorkommen von Kropfendemie entscheidend ist, sondern *dass es die Beimischung gewisser organischer oder organisirter Bestandtheile* ist, welche entscheidend wirkt. Der (blaue) Jurakalk des Berner Oberlandes ist Tiefmeerniederschlag und schon desshalb in demselben

eine andere Fauna und Flora zu erwarten, als in dem mehr littoral oder oberflächlich niedergelagerten Kalk des Jura. Dieser aus unsern Aufnahmen mit aller Evidenz sich aufdrängende *Unterschied des Jurakalkes im Jura und im Oberland in Bezug auf Vorkommen von Kropf* ist eines der wichtigsten Ergebnisse unserer Kropfkarte, auf welches wir zurückkommen werden.

Analoges wie für den Jura wiederholt sich nach unserer Karte für die *Kreideformation*, was nicht zu verwundern ist, da ja die Kreide von der Juraformation ohne Versteinerung petrographisch nicht zu unterscheiden ist; es ist eine marine Bildung analoger Art wie der Jura. Nach Bircher ist die Kreide frei, während St. Lager dieselbe behaftet findet. Nun zeigt sich im Oberland, z. B. bei Ringgenberg, Niederried die Kreide behaftet, ebenso ist Därligen und Leissigen exquisiter Kropfboden, während gegen den Jura zu, bei Twann-Tüscherz, die Kreide sehr wenig Kröpfe aufweist.

Auch hier lässt sich hervorheben, dass sowohl petrographisch als in Bezug auf organische Beimischungen zwischen der alpinen und nicht alpinen Kreideformation ein Unterschied ist; die alpine zeigt viel mehr Beimengungen und ist mehr verworfen, als die des Mittellandes resp. Juragebiets. Bircher gibt die Erklärung, dass Kreide bloss da Kropf trage, wo sie mit dem schwer zu trennenden Eocen zusammen vorkomme.

Was das Vorkommen von *Lias* in den Alpen anbelangt, der nach Bircher bloss behaftet ist an Orten, wo er fälschlich so gedeutet wird, in Wirklichkeit aber dem Trias angehört, so kommt derselbe für das Oberland nicht in Betracht, wie dies etwa südlich der Rhone der Fall ist; wir brauchen uns desshalb mit dieser Frage nicht zu beschäftigen. Die kleinen Züge von Lias bis Blumenstein, im Gadmenthal, können nicht verwerthet werden.

Dasselbe gilt vom *Keuper*, der nach Bircher frei sein soll. Das Wenige, was davon vorkommt, z. B. bei Spiez, fällt nicht in Betracht.

Anders ist es mit dem *krystallinischen Gestein*. Dasselbe wird z. B. von St. Lager als belastet angegeben und J. Kratter*) kommt für den Cretinismus in Steiermark zu dem Schluss, dass derselbe in auffallender Weise die Urgebirgsformation und das Diluvium jener Flüsse bevorzuge, deren Quellengebiet im Urgestein liege. Es ist dies eine sehr wichtige Frage, wenn man Werth darauf legt, dass es vorzüglich organische Beimengungen seien, welche das Vorkommen von

*) Der alpine Cretinismus, Graz 1884.

Kropf bedingen. Bircher stellt Kropf auf krystallinischem Gestein in Abrede. Im Berner Oberland sind auf der Karte die ächten alten *Gneisse* dunkelroth angegeben. Leider kommen hier keine Ortschaften mehr in Frage, so dass über das Vorkommen von Kropf auf diesem Terrain sich nichts aussagen lässt.

Dagegen sind die *jüngeren Gneisse exquisit behaftet* (siehe die Gegend von Innertkirchen aufwärts, hellrothe Parthien), gerade so sehr wie die stärkst belasteten Gegenden irgendwo im Kanton. Nun bestehen diese jüngeren Gneisse ebenfalls aus Feldspath, Quarz und Glimmer, allein sie sind gegenüber den alten Gneissen stark zersetzt, so dass dieses ursprünglich aus altem Sandstein und Schiefer bestehende Gestein doch als metamorphosirter Meeresniederschlag aufgefasst werden kann, also palaeozoischen Ursprunges ist, eine Auffassung, welche mit den Bircher'schen Behauptungen in Einklang zu bringen ist. Denn Devon und Silur, zu welchen diese Gneisse gehören, werden auch von Bircher als behaftet angegeben. Für die sedimentäre Bildung, d. h. nach v. Fellenberg vielleicht die Umwandlung eines Sandsteins in ein Trümmergestein spricht auch, dass hier bei Guttannen ein Pflanzenstamm, ein Coelomit gefunden wurde. Hauptsächlich die grünen Schiefer müssen als von ursprünglich sedimentärer Bildung angesehen werden. Aber ächt krystallinisches Gestein ist es trotzdem.

Am intensirsten mit der Kropfendemie *behaftet* zeigen sich auf unserer Karte *die Gegenden der Molasse*, ganz speziell der *Nagelfluh*, aber im Gegensatz zu Bircher ist *marine Molasse* keineswegs die einzige oder auch nur vorwiegend behaftete, vielmehr ist die *Süsswassermolasse* ganz hochgradig Sitz der Endemie.

Von Lotzwyl als nördlichem Punkt, bis Schangnau als südlichem, Bolligen als obern westlichem und Diessbach als untern westlichem ist ein Landestheil begrenzt, wo die Zahl der Kröpfe als Regel zwischen 90 bis 100% schwankt.

Allerdings sind die Grenzen nichts weniger als scharf, vielmehr sind, zumal im Norden, die den erwähnten Bezirken anstossenden Parthien von unterer Süsswassermolasse bei Langenthal, Aarwangen, Ersigen, Wynigen, Kirchberg ganz intensiv befallen und nicht weniger im Norden der ganze anstossende Bezirk mit Diluvialboden.

Die Gegend von *Rüschegg*, *Rüeggisberg* ist ziemlich behaftet, wenn auch nicht so stark wie die marine Molasse im Osten des Kantons, allein es ist auch nicht ganz sichergestellt, ob an jenen Orten aller Untergrund marine Molasse ist.

Sehr bemerkenswerth ist, dass die *marine Molasse* um *Bellmund* und *St. Niklaus* südlich vom Bielersee *nur mässig behaftet ist*, wie auch die Süsswassermolasse im Jura weniger zahlreiche Kröpfe aufweist, als dieselbe Formation im Mittelland.

Es bestehen also auch hier ähnliche Verhältnisse wie für die Jura-Kreideformation und scheint das kropferzeugende Agens auch nicht an der Molasse als solcher zu haften, sondern an Beimengungen, welche an verschiedenen Stellen verschieden erheblich sein können.

Auch bei Wengi, Büren, Rapperswyl, Aarberg ist die untere Süsswassermolasse etwas weniger behaftet als im Mittelland.

Das *Alluvium ist da frei*, wo das Trinkwasser aus dem Jurakalk stammt (nach v. Fellenberg), nämlich von Pruntrut nordwärts. Ebenso ist es frei von Gampelen bis Meienried, südlich vom Bielersee. Hier ist alter Seegrund, Torf, darunter Seekreide und Grundschlamm und nur wenige Zuflüsse kommen ins grosse Moos aus der Molasse.

Aber ausserdem scheint allerdings die Filtration, welche das Wasser durch aufgelagerten Schutt erfährt, sobald letztere Quaternärbildung nicht ein Abkömmling von Kropfgestein ist, die kropferzeugende Wirkung zu beeinträchtigen. Das *Diluvium* ist überall behaftet. Es schliesst sich aber auch überall im Kanton an kropfbehafteten Boden an, speziell an Flysch und Alpenkalk, am ausgiebigsten an Molasse. Fast durchweg erscheint die Belastung desselben doch etwas weniger intensiv, als auf dem anstossenden Gestein.

Wenn wir die kurz skizzirten Ergebnisse zusammenfassen, welche die Kropfkarte des Kantons Bern uns an die Hand gibt, so werden wir mit Bestimmtheit darauf hingewiessen, *dass eine gewisse Bodenbeschaffenheit eine Bedeutung hat für die Entwicklung des Kropfes*, es wird also die unbestrittenste Thatsache der Kropfaetiologie bestätigt; allein ebenso bestimmt ergibt sich, dass es nicht die mineralogische Bodenbeschaffenheit ist, nicht die grobchemische Beschaffenheit der Gesteine, welche den Ausschlag gibt, sondern *dass es Beimengungen, Verunreinigungen des Gesteins sind, welche die Hauptbedeutung haben*.

Da sich diese Thatsache für verschiedene Gesteinsarten wiederholt, für Jurakalk, Kreide, ja sogar theilweise für die Molasse, so dürfen wir wohl den Schluss ziehen, *dass es organische oder organisirte Beimengungen sind, welche für die Entstehung des Kropfes auf gewissem Boden entscheidend wirken*. Wir wissen nicht, dass vor unseren Untersuchungen der exakte Nachweis des völlig verschiedenen Verhaltens desselben Gesteins bei grösserer oder geringerer Reinheit desselben

geliefert worden wäre, und heben desshalb diesen Punkt speziell hervor, umsomehr, als das Studium des Vorkommens von Kropf in den einzelnen Landesgegenden in auffälliger Weise darauf hinweist, dass es das *Trinkwasser* ist, an welches der Boden die kropferzeugenden Stoffe abgibt, und dass dasjenige Wasser, welches Kropf macht, mit organischen Beimengungen viel reichlicher geschwängert ist, als Trinkwasser von Orten, wo kein Kropf entsteht. Es soll in Folgendem gezeigt werden, dass derartige Unterschiede in Bezug auf Einwirkung des Bodens resp. Trinkwassers sich nicht bloss bei Vergleich ganzer Landesgegenden, sondern in unmittelbarer Nähe neben einander vorfinden, wie es übrigens auch von früheren Beobachtern betont ist, dass kropfreiche und kropffreie Gegenden oft bloss durch ein Thal, ein Flussbett getrennt sind. Wir haben kropffreie Oasen beschränktester Art mitten in kropfreicher Gegend gefunden.

Es ist von frühern Untersuchungen her zur Genüge bekannt, dass die Bevölkerung von Kropfgegenden gewisse Brunnen ganz besonders beschuldigt als Ursache des Kropfes. So haben auch wir im Kanton Bern eine erhebliche Zahl von sogenannten Kropfbrunnen zusammen stellen können, nicht nur etwa in dem Sinn, dass uns von mehr oder weniger competenten Bewohnern der Gegend gewisse Brunnen als besonders schädlich bezeichnet wurden, sondern so, dass diejenigen Kinder, welche auf das verdächtige Wasser angewiesen waren, sich ausnahmslos durch besonders starke Kröpfe auszeichneten. Aber auch das Umgekehrte fand sich recht häufig, dass inmitten einer reichlich mit Kröpfen gesegneten Gegend eine Anzahl von Kindern normale Verhältnisse darboten und dass sich als Grund für diese Ausnahmen der Genuss eines eigenen Brunnenwassers nachweisen liess. Wir kommen unten darauf zurück.

In unsern Untersuchungen haben wir soweit thunlich auseinandergehalten, welche Kinder auf den Genuss von Grundwasser, Bachwasser oder Flusswasser angewiesen waren, und welchen dagegen mehr oder weniger gutes Quellwasser zur Verfügung stand. Im Fernern wurde darauf geachtet, ob eine kürzere oder längere oder gar keine Leitung des Wassers stattfand und ob die Leitung gut gefasst oder offen und den Verunreinigungen von der Nachbarschaft ausgesetzt war. Bei diesen Beobachtungen hat sich nun des Bestimmtesten herausgestellt, dass unter übrigens gleichen Verhältnissen diejenigen Kinder, welche Grundwasser, also Sodbrunnen oder Cisternen benutzten oder welche ihren Bedarf aus einem vorüberfliessenden Bache oder Flusse ent-

nahmen, in erheblicherem Masse mit Kröpfen belastet waren als die andern. Ebenso übten lange und offene Leitungen einen schlechten Einfluss aus. Dieser Thatsache gegenüber muss allerdings ausdrücklich hervorgehoben werden, dass auch anscheinend sehr schönes und reines Quellwasser gelegentlich stark kropferzeugend wirkte, selbst dann, wenn es an Ort und Stelle, wo es zu Tage trat, gefasst und benutzt wurde. Diess ist beispielsweise der Fall an einer Stelle des Grindelwaldthales mit einem sehr frischen und kalten Quellwasser, welches als Abfluss eines hoch gelegenen Sees von den Bewohnern des Ortes aufgefasst wird. Unter den Fällen, wo inmitten einer sehr stark mit Kröpfen behafteten Gegend eine Reihe von Kindern völlig normale Hälse darboten, ergaben sich für diese ausnahmsweisen Verhältnisse folgende Erklärungen: Einmal waren, wie erwähnt, die betreffenden Kinder oder ihre Familie mit ihren eigenen Hausbrunnen versehen. Zweitens fehlten Kröpfe bei Individuen, welche vor nicht langer Zeit aus kropffreien Gegenden zugewandert waren. Beiläufig fand sich auch das Umgekehrte gar nicht selten, dass in kropffreien Gegenden diejenigen Individuen, die sich durch stärkere Kröpfe auszeichneten, als Zugewanderte nachgewiesen werden konnten oder Familien angehörten, in welchen der Kropf erblich war. Eine Kategorie von kropffreien Individuen in Kropfgegenden stellten Kinder von Wirthsleuten dar und dass hierbei der Wegfall reichlichen Wassertrinkens eine Rolle spielte, ergab sich aus den Parallelbeobachtungen vom Fehlen von Kröpfen bei den Kindern von Schnapsern und bei solchen Kindern, welche ausdrücklich erklärten, nur Kaffee und Milch, aber nicht Wasser zu trinken. Letztere Erklärung wurde besonders von Kindern aus bessern Verhältnissen angegeben, welche sich auch sonst durch gesundes Aussehen auszeichneten.

Die Nachkommen von Schnapseltern zeichneten sich zum grössten Theil durch höchst mangelhafte Ernährung, ausgesprochene Blutarmuth und mangelhafte körperliche Entwicklung aus, wozu hie und da auch geistige Beschränktheit hinzutritt.

Dr. Kummer macht in den Erläuterungen zu seinen Untersuchungen die Mittheilung, dass ihm von Lehrern, welchen er die Ergebnisse zu Protokoll dictirte, gesagt wurde, dass er bei denjenigen Kindern, welche quartierweise zusammengehörten, häufig denselben Grad von Kropfbildung notiren liess, und es fiel ihnen auf und ebenso Herrn Dr. Kummer, dass ab und zu Kinder aus vereinzelten Häusercomplexen als kropffrei oder andrerseits als sehr stark kropfbehaftet heraus gefunden wurden, ohne dass der Untersuchende vorher eine Ahnung haben konnte, dass sie zusammen gehörten.

In ganz gleicher Weise ist es mir ergangen in einer mit Kröpfen ausserordentlich stark behafteten Gegend des Berner Oberlandes. Als ich die wenigen Fälle zusammenstellte, welche daselbst ausnahmsweise weder einen kleinen noch grossen Kropf, sondern wirklich schlanke Hälse zeigten, ergab sich bei den Nachfragen nach der Wasserversorgung, dass diese normalen Individuen sämmtlich ihr Wasser von einer ganz kleinen Quelle bezogen, welche in einer Wiese entsprang. Die übrigen Bewohner des Ortes hatten die verschiedensten Quellen und Brunnen zu ihrer Verfügung und bezogen zum Theil ihr Wasser aus vorüberfliessenden Bächlein oder Bächen. Auf Grund der erwähnten Erfahrung mit den Schulkindern nahm ich nun Gelegenheit, auch die übrigen Bewohner des kleinen Häusercomplexes zu untersuchen, welche auf die erwähnte kleine Wiesenquelle angewiesen waren. Der Erfolg dieser Untersuchung war folgender: Eine *erste Familie* wohnte an dem betreffenden Orte seit zwei Jahren, vorher eine halbe Stunde weiter hinten im Thale, in einer mit Kröpfen behafteten Gegend. Der Vater zeigt einen beidseitigen kleinen Kropf, die Mutter einen rechtseitigen geringen, knolligen Kropf. Ein 1 Jahr, ein 2 Jahre und ein 3 Jahre altes Mädchen zeigen durchaus nichts von einer Anschwellung der Schilddrüse, ebensowenig ein 19-jähriger Schusterjunge, der seit einem Jahr in der Familie arbeitet. *Zweite Familie.* Vater und Mutter haben früher ebenfalls anderswo gewohnt; beide zeigen kleine knollige Kröpfe. Die sechs Kinder sind alle an dem neuen Wohnorte geboren. Ihr Alter ist 12. 9. 6. 4½. 3½ Jahre und 7 Monat; 3 Mädchen und 3 Knaben. Kein einziges der Kinder zeigt eine Vergrösserung der Schilddrüse. *Dritte Familie.* Eine alte Frau macht die Angabe, dass sie vor ihrer Verheirathung an einem andern Theil des Ortes gewohnt habe, damals einen dicken Hals gehabt habe und viel Kropftropfen brauchen musste. Sie wohnt jetzt 40 Jahre hier, hat 10 Kinder geboren und hat mit ihrem Halse niemals etwas zu schaffen gehabt. Auch zur Zeit der Schwangerschaft hat sie, obgleich ihre Mutter ihr prophezeit hatte, sie werde zu dieser Zeit mit ihrem Halse zu schaffen haben, nichts Anderes gespürt. Die Frau gibt an, dass einer ihrer Söhne einen dicken Hals bekam, als er zu schustern anfieng. Er gieng dabei anderswohin in die Lehre und kam nur zum Essen nach Hause zurück. Ein 7-jähriges Grosskind der betreffenden Frau, das über 3 Jahre bei ihr wohnt, hat einen normalen Hals. Ein Verdingkind, welches erst seit einem Jahre hier ist, hat eine kleine, knollige Vergrösserung der Schilddrüse. Eine Schwester der alten Frau hat einen Kropf; sie

hat ihn schon zu ihrer ledigen Zeit gehabt, wo sie anderswo gewohnt hat. Ein Knabe derselben dagegen, welcher an diesem neuen Wohnort geboren ist, zeigt keine Spur von Kropf; er ist jetzt vier Jahre alt. Ringsherum um diese kleine Oase befinden sich Individuen mit Kröpfen. So zeigt eine Familie mit 3 Kindern, die bloss ein Haus höher oben wohnt, ausnahmslos Kröpfe und zwar schon ein Bube von 3 Jahren und ein Mädchen von 4 Jahren.

Der Präsident der betreffenden Gemeinde, der mit den einschlägigen Verhältnissen ungemein gut vertraut war, theilte mir mit, dass man auch für das Vieh die Beobachtung gemacht habe, dass es aus einem ähnlich gelegenen Brunnen, dessen Quellwasser direkt in ein Becken geleitet werde, lieber trinke, als aus einem andern Brunnen, mehr Milch gebe und fetter und schöner werde. Das Wasser habe eine gleichmässige Temperatur und dämpfe im Winter. Die Leute, welche von dem kropffreien Wasser trinken, sind durchaus nicht etwa in guten Verhältnissen, sondern sogar sehr arm.

Wir hatten somit neben den zahlreichen Kropfbrunnen auch eine *Antikropfquelle* exquisiter Art entdeckt und es ist begreiflich, dass wir Werth darauf legen mussten, nachzusehen, wodurch sich das betreffende Wasser von dem Wasser der anstossenden Brunnen unterschied. Zunächst wurde eine chemische Untersuchung vorgenommen zum Theil von Herrn Dr. Schaffer in Bern, zum Theil von Herrn Professor v. Nencki in Bern. Das Ergebniss der Untersuchung ist in den nachfolgenden Berichten wieder gegeben.

A. Ergebnisse der Analyse

des mir am 3. Mai 1884 durch Herrn Prof. Dr. von Nencki übergebenen Brunnenwassers («kropferzeugend», grosse Flasche):

Specifisches Gewicht	1,000316	
Fester Rückstand	0,1813	g. per Liter
Kalk (Cal)	0,0790	« « «
Magnesia	0,0054	« « «
Kohlensäure (frei und halbgebunden)	0,1163	« « «
Gyps (Ca SO4)	0,00901	« « «
Chlor	0,00497	« « «
Kieselsäure	0,0033	« « «
Eisen und Thonerde	Spuren.	
Organische Substanz	nicht nachweisbar. *)	

*) Verhält sich gegen Chamäleonlösung wie destillirtes Wasser.

Salpetersäure	Spuren (kaum nachweisbar).
Salpetrige Säure	nicht vorhanden.
Ammoniak	« «
Jod und Brom	in 1 Liter des Wassers keine Spur nachweisbar.

Das Wasser bildet absolut keinen Bodensatz. Ueber die zulässige Menge der festen Bestandtheile eines brauchbaren Trinkwassers haben nun u. A. Tiemann & Kübel folgende Normzahlen aufgestellt, die ich zur Vergleichung mit den hier gefundenen Daten nach J. König (Die menschlichen Nahrungsmittel II, p. 516) mittheilen will:

Abdampfrückstand	0,500 g. per Liter
Organische Substanz (d. h. 0,25 Acq. in Milligr. = 2 Mgr. Sauerstoff = 8 Mgr. Chamäleon; 1 Theil Chamäleon = 5 Theile organische Substanz)	0,050 « « «
Salpetersäure	0,005 — 0,015 « « «
Chlor	0,020 — 0,030 « « «
Schwefelsäure (SO_3)	0,080 — 0,100 « « «
Kalk (Ca O)	0,112 « « «
Magnesia (Mg O)	0,040 « « «

Das fragliche («kropferzeugende») Brunnenwasser von Lauterbrunnen muss demnach entschieden als ein verhältnissmässig sehr reines Trinkwasser bezeichnet werden.

Dr. Schaffer, amtl. Chemiker des Kts. Bern.

B. Ergebnisse der Analyse

des mir als «Kropf nicht erzeugend» zugeschickten Wassers:

Specifisches Gewicht bei 17° C. . .	=	1,00041 g.
Fester Rückstand	im Liter	0,2460 g.
Kalk = CaO	« «	0,0807 g.
Magnesia = Mg O	« «	0,0109 g.
Kohlensäure frei und halbgebunden	« «	0,1433 g.
Gyps (SO_4Ca)	« «	0,0361 g.
Chlor (Cl_2)	« «	0,0070 g.
Kieselsäure (SiO_2)	« «	0,0045 g.
Eisen + Thonerde	« «	nicht bestimmb. Spuren
Organische Substanz	« «	« « « *)
Salpetersäure	« «	minime Spuren.
Salpetrige Säure	« «	keine Spuren.
Ammoniak	« «	« «

*) Verhält sich gegen Chamäleonlösung wie reines destillirtes Wasser.

Das Wasser ist demnach als gutes Quellwasser zu bezeichnen, ebenso wie dasjenige von Dr. Schaffer analysirte, als «kropferzeugend» bezeichnete. — Die beiden Muster unterscheiden sich zunächst durch den Gehalt an festem Rückstand und in erster Linie im Gehalte an Gyps (SO_4Ca), welches Salz in viermal grösserer Menge in dem kropffreien Quellwasser enthalten ist.

Bern, 21. Mai 1884.

Professor Nencki.

Es ist aus den mitgetheilten Analysen ersichtlich, dass der chemische Unterschied zwischen den kropffreien und kropferzeugenden Quellen ein sehr geringer ist. Es handelt sich in beiden Fällen um ein vorzüglich gutes und reines Trinkwasser, über welches man in jeder Stadt entzückt wäre. Dasselbe ist vollständig krystallhell, frisch und angenehm. Der einzige wesentliche Unterschied ist der Gehalt an Gyps. Das kropffreie Wasser zeigt dieses Salz in vierfach stärkerem Grade als das Kropfwasser. Es ist demgemäss wohl zweifellos, dass das erste durch andere Bodenschichten durchfliessen resp. andere Gesteine auslaugen muss, und man könnte versucht sein, darin eine Erklärung zu finden für seine guten Eigenschaften. Allein es ist durch so zahlreiche Analysen dargethan worden, dass auch ein an schwefelsaurem Kalk sehr reiches Wasser kropferzeugend wirken kann, dass es unmöglich ist, auf den erwähnten Befund einen Werth zu legen. Bemerkenswerth ist auch, dass das kropffreie Wasser das doppelte Quantum Magnesiagehalt aufweist, wie das kropferzeugende Wasser.

Es blieb desshalb noch übrig, die bacteriologische Untersuchung des Wassers vorzunehmen. Dieselbe wurde gemeinsam mit Herrn Dr. Tavel ausgeführt. Da Herr Dr. Tavel sich im Laboratorium von Koch in Berlin mit den exakten Methoden bacteriologischer Untersuchungen vertraut gemacht hat, so brauche ich nur hierauf hinzuweisen, um zu konstatiren, dass sämmtliche Untersuchungen in vollständig exakter und fehlerfreier Weise in Angriff genommen worden sind und demgemäss bestimmte Schlussfolgerungen zulassen. Das erste interessante Ergebniss der Untersuchung ist das, dass *das kropffreie Wasser einen ganz erheblich geringeren absoluten Gehalt an Mikroorganismen aufweist* als das kropferzeugende Wasser.

Während in dem ersteren bei wiederholten Untersuchungen die Zahl der verschiedenen Formen kleinster Organismen auf *9* festgestellt wurde, wurden in dem Kropfwasser nicht weniger als *33 verschiedene Arten* von Kokken, Bacterien und Pilzen gefunden. Des Ferneren

konnte bis jetzt unter Vergleichung der mikroskopischen Kulturen nur für je einen der Organismen der beiden Brunnen die Identität festgestellt werden. Die übrigen scheinen verschieden zu sein.

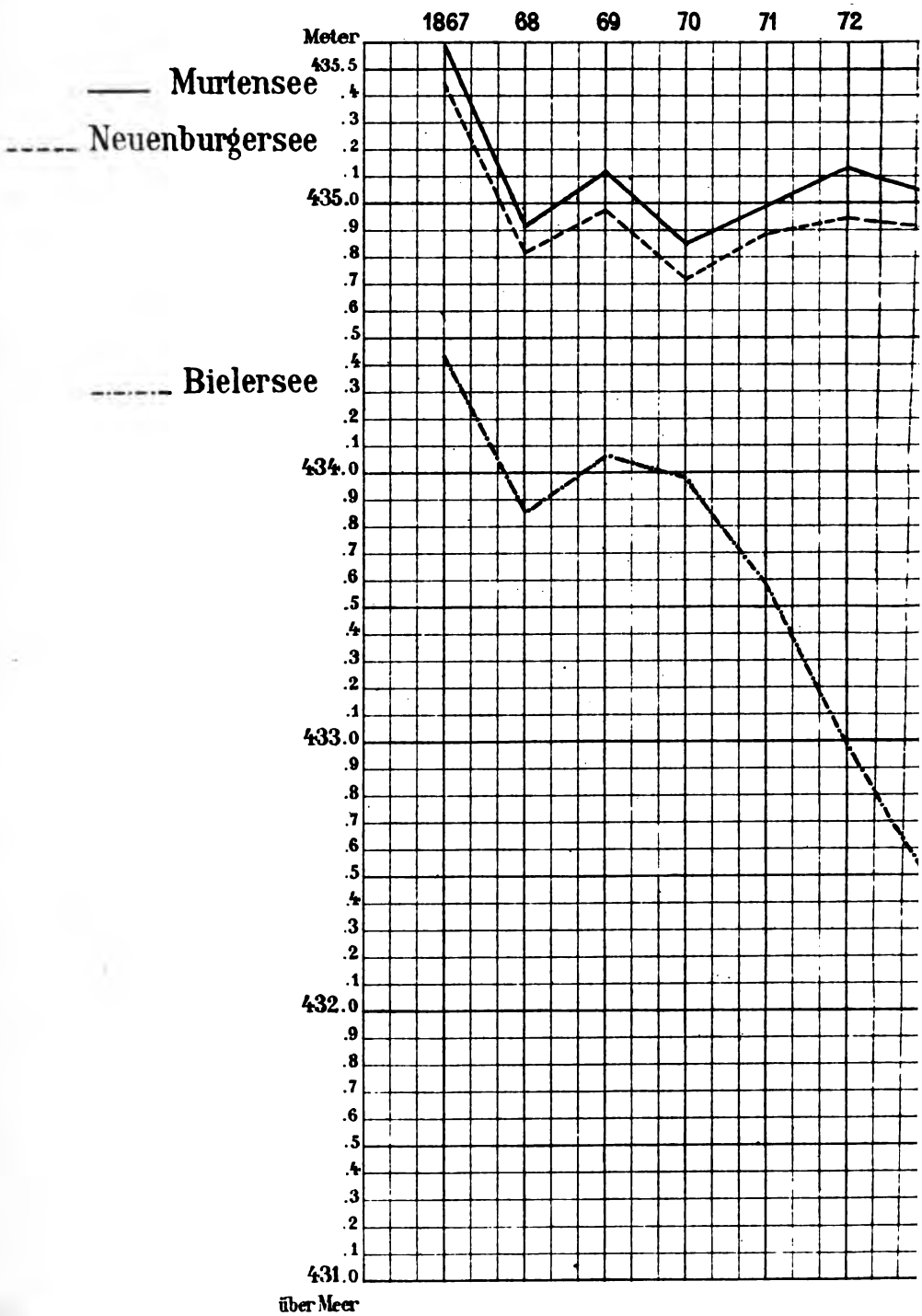
In letzter Linie haben wir es nun unternommen, mit den sämmtlichen Mikroorganismen des Kropfwassers Injectionen zunächst bei Kaninchen zu machen und haben auch bei mehreren Thieren Schwellungen der Schilddrüse zu Wege gebracht. Dagegen haben wir bei Hunden zur Stunde noch keine bleibende Schwellung der Schilddrüse durch die bei Kaninchen als wirksam erwiesenen Organismen erzeugen können.

Da aber bloss bei grösseren Thieren, speziell Hunden, bei Wiederholung der Versuche während längerer Zeit und Variation in der Art der Einbringung des krankmachenden Agens ein Erfolg zu erwarten ist, so ist zunächst ein baldiger Abschluss dieser Versuche nicht abzusehen. Dieselben sollen so lange fortgesetzt werden, bis sich ein bestimmtes Urtheil gewinnen lässt. Nur das möchten wir schon als eine bemerkenswerthe Thatsache hervorheben, dass wir *in dem anscheinend reinsten und klarsten Quellwasser noch eine bedeutende Anzahl verschiedener Mikroorganismen nachweisen konnten.* Es geht daraus hervor, wie wenig es bedeuten will, wenn man in einem Brunnenwasser bewohnterer Gegenden den einen oder andern Kokkus oder das eine oder andere Bacterium auffindet. Es ist absolut unzulässig, daraus für die Ursachen des Kropfes den allergeringsten Schluss zu ziehen.

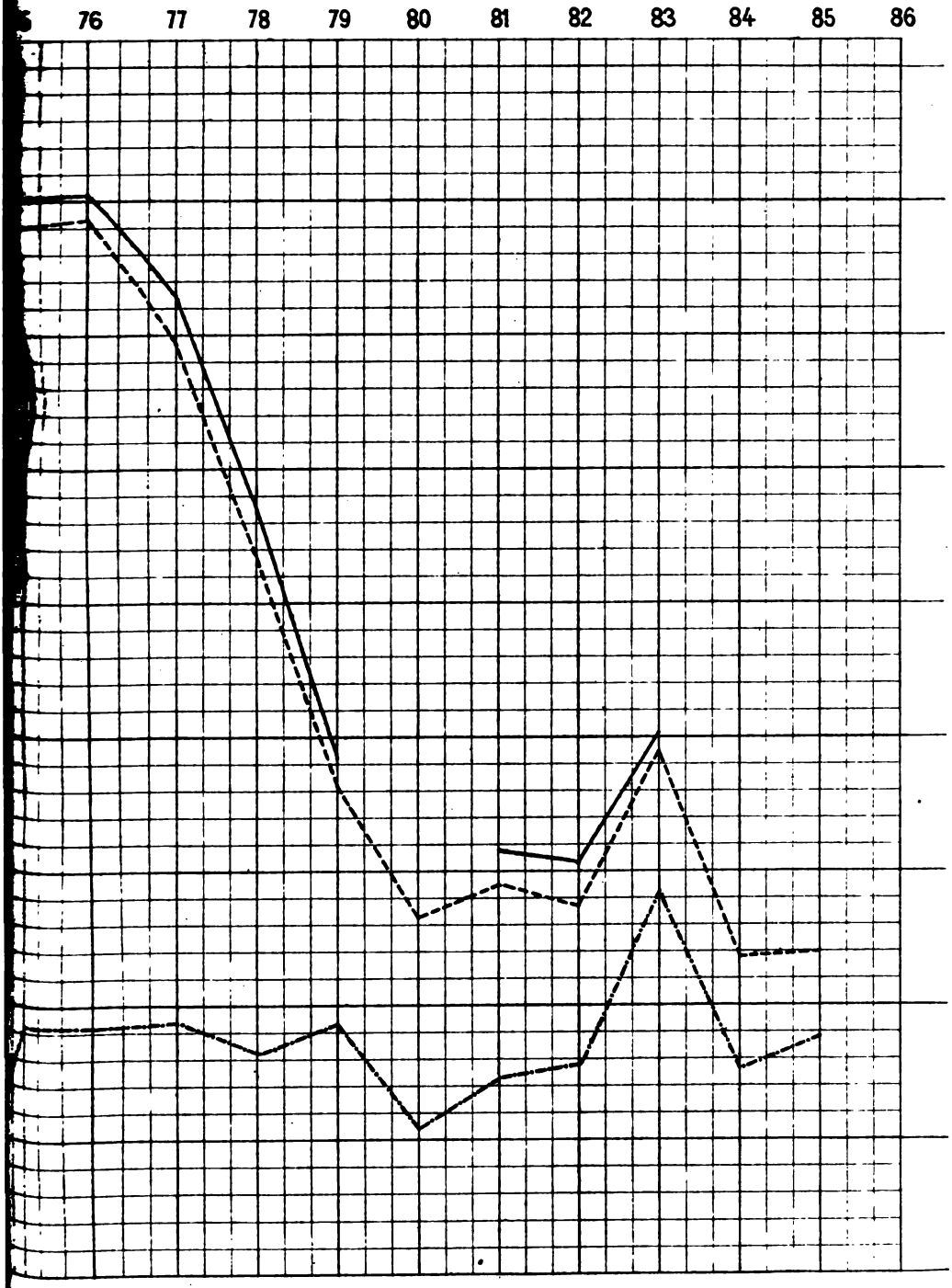
Inhalts-Verzeichniss.

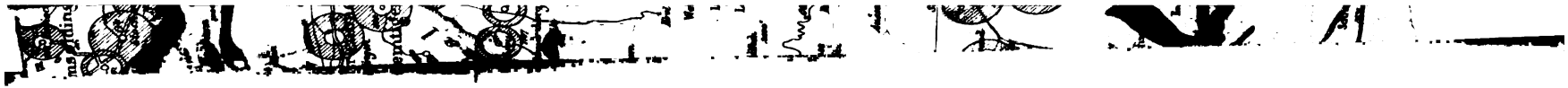
	Seite der Sitzungs-Berichte	Seite der Abhandlungen
Jahresbericht pro 1. Mai 1887 bis 1. Mai 1888 . . .	III	
Mitglieder-Verzeichniss	XVIII	
Rechnungs-Auszug pro 1887	XXIII	
Badertscher, A., Dr. phil. und Sekundarlehrer,		
Ueber Phosphorescenzerscheinungen	XII	
Baltzer, A., Prof. Dr.,		
Ueber die Maare der Eifel, die Flimser Einsturzbecken und die Felsbecken	VII	
Benteli, A., Gymnasiallehrer und Docent,		
Die Niveau-Schwankungen der 13 grössern Schweizer-See'n im Zeitraum der 20 Jahre, von 1867 bis und mit 1886 (mit einer graph. Tafel)	VII	81
Berlinerblau, J., Dr. phil.,		
Ueber die Zerlegbarkeit der Elemente	X	
Brückner, E., Prof. Dr.,		
Ueber die Eiszeit im deutschen und östreichischen Alpenvorlande und in der Schweiz	XVI	
Coaz, J., eidgenöss. Oberforstinspektor,		
Vorkommen des grauen Lärchenwicklers (Tortrix oder Steganoptycha pinicola Zll.) in den Jahren 1886 und 1887 in Graubünden und im Veltlin	V	
Dubois, Dr. med.,		
Untersuchung über die physiologische Wirkung der Condensatorenentladungen		1
v. Fellenberg, Edm., Dr. phil.,		
Demonstration einer Suite von Mineralien aus dem Baltschiederthal	XII	
Fischer, L., Prof. Dr.,		
Demonstration eines Exemplars des Riesenbovists . .	XII	
Graf, J. H., Dr. phil., Conrektor und Docent,		
Beiträge zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften im XVI. Jahrhundert	V	
Ueber den Rhombenwinkel der Basalflächen der Bienenzellen	VII	
Ueber die Errichtung des ersten mathematischen Lehrstuhls in Bern	X	
Ueber Jakob Rosius und die bernischen Kalender . .	XII	
Hamel, G., Dr. med.,		
Die Bedeutung des Pulses für den Blutstrom . . .	XII	
Huber, G., Dr. phil., Docent		
Die cassinischen Curven	VII	93

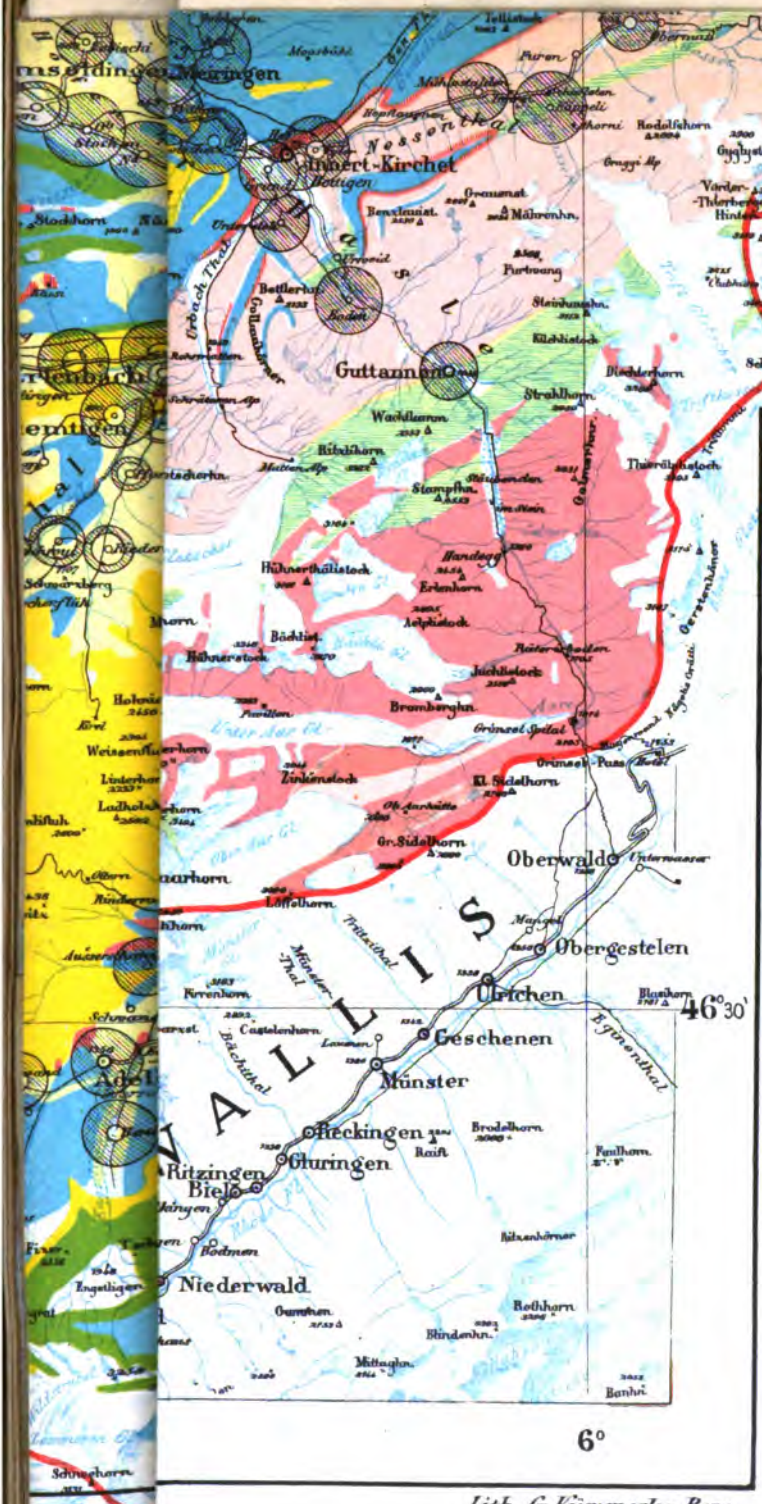
	Seite der Sitzungs-Berichte	Seite der Abhandlungen
v. Jenner, E., Custos,		
Vorweisung von Photographien	VII	
Jonquière, Alfred, Dr. phil.,		
Einige Bemerkungen zur galvanischen Polarisation . .	X	135
Kocher, Th., Prof. Dr.,		
Vorkommen und Vertheilung des Kropfes im Kanton Bern (mit einer Karte)		141
Kronecker, Prof. Dr.,		
Demonstration eines Versuchsthieres	X	
Leuch, A., Dr. phil. und Docent,		
Ueber Curven sechster Ordnung	V	
Lichtheim, Prof. Dr.,		
Untersuchungen über intermittirenden Diabetes . . .	IX	
Lindt, W., jun., Dr. med.,		
Ueber einen neuen pathogenen Schimmelpilz aus dem menschlichen Gehörgang	XI	
Marckwald, Dr. med.,		
Wird die Athmung vom Rückenmark aus beherrscht? .	XVII	
Schmidt, C., Dr. phil.,		
Geographische und geologische Skizzen aus den Pyrenäen	VIII	
Studer, Th., Prof. Dr.,		
Ueber Säugethierreste aus glacialen Ablagerungen des bernischen Mittellandes	V	66
Ueber die Arctomysreste aus dem Diluvium der Umgegend von Bern	V	71
Ueber das Abfallen der Tannästchen	X	
Studer-Steinhäuslin, B., Apotheker,		
Eine Pilz-Excursion in die südlichen Seitenthäler des Oberwallis	XVII	
Forel, Dr. med.,		
Ueber die Asepsis in der Chirurgie und die Dampfsterilisation	XIV	
Vinassa, E., Dr. phil.,		
Ueber die Fortschritte auf dem Gebiet der botanisch-pharmakognostischen Mikroskopie	XI	
Vergiftung durch die Speiselorchel in Folge von Ptomainbildung, und zwar:		
Jonquière, G., Dr. med., Krankengeschichte		104
Studer, B., jun., Botanischer Theil		106
Demme, R., Prof. Dr., Pharmakologisch-toxikologischer Theil		112
Berlinerblau, J., Dr. phil., Chemischer Theil		123


1867
68
69
70
71
72
Meter
435.5
.4
.3
.2
.1
435.0
.9
.8
.7
.6
.5
.4
.3
.2
.1
434.0
.9
.8
.7
.6
.5
.4
.3
.2
.1
433.0
.9
.8
.7
.6
.5
.4
.3
.2
.1
432.0
.9
.8
.7
.6
.5
.4
.3
.2
.1
431.0
über Meer
Murtensee
Neuenburgersee
Bielersee

Mittelwasserstände.







Lith. G. Kümmerly, Bern.

Mittheilungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Bern

aus dem Jahre 1889.

Nr. 1215 — 1243.

Redaktion: Dr. phil. J. H. Graf.

BERN.
Druck und Verlag von K. J. Wyss.
1890.

Jahres-Bericht

über die

Thätigkeit der bernischen Naturforschenden Gesellschaft

während des Amtsjahres vom 1. Mai 1888 bis 1. Mai 1889.

Die Zahl der Mitglieder des Vereins hat sich während dieses Amtsjahres wenig verändert. Durch den Tod verlor die Gesellschaft ihr langjähriges Mitglied: Herrn R. von Fellenberg, Spitaleinzieher zu Bern, sowie Herrn Dr. Ad. Marti. Ausgetreten sind 2 Mitglieder, aufgenommen 9 Mitglieder. Demnach ist die Mitgliederzahl auf 158 gestiegen.

Die Gesellschaft hat sich zu 13 wissenschaftlichen Sitzungen versammelt.

Es wurden 27 Vorträge gehalten, davon 13 mit Experimenten oder Demonstrationen, und 10 kleinere Mittheilungen mit Vorweisungen interessanter Gegenstände gemacht.

Hieran betheiligten sich folgende 23 Herren:

Dr. Badertscher, 1 Vortrag.
Dr. Berlinerblau, 1 Vortrag.
Prof. Dr. Brückner, 2 Vorträge.
Prof. Dr. Demme, 2 Vorträge.
Dr. v. Fellenberg, 1 Vortrag, 4 Demonstrationen.
Prof. Dr. Fischer, 1 Vortrag, 2 Demonstrationen.
Dr. Ed. Fischer, 2 Demonstrationen.
Dr. Graf, 1 Vortrag.
Dr. Hamel (Gast), 1 Vortrag.
Dr. G. Hasler, 1 Vortrag.
Dr. G. Jonquière, 1 Vortrag.
Prof. Dr. Kronecker, 2 Vorträge, 1 Demonstration.
Dr. Lindt, 1 Vortrag.
Dr. Marckwald, 1 Vortrag.
Dr. C. Moser, 1 Vortrag.
Dr. Schaffer, 1 Vortrag.
Dr. C. Schmidt (Gast), 2 Vorträge.
Dr. S. Schwab, 1 Vortrag.
Prof. Dr. Strasser, 1 Vortrag.
Prof. Dr. Th. Studer, 1 Vortrag, 1 Demonstration.
Apotheker B. Studer, 2 Vorträge.
Dr. Tavel (Gast), 1 Vortrag.
Dr. Vinassa, 1 Vortrag.

Von diesen Vorträgen und Demonstrationen gehörten 7 in das Gebiet der Mineralogie und Geologie, ebensoviele in das der Botanik; 5 behandelten physiologische Themata; 4 Toxikologisches und Bakteriologisches; 2 Vorträge waren geographischen, 2 historischen Inhalts; je 1 Vortrag war aus folgenden Disciplinen gewählt: Astronomie, Physik, Chemie, Anatomie, Pathologie, Pharmakognosie, Hygiene. Den meisten Vorträgen folgten anregende Diskussionen.

Auf Antrag von Herrn Sekundarlehrer Steck hat die Gesellschaft einen Lesezirkel einzurichten beschlossen, für welchen folgende 10 Zeitschriften allgemein interessanten Inhalts abonnirt worden sind:

Naturwissenschaftliche Rundschau, Revue scientifique, The Nature, Die Natur, La Nature, American Naturalist, Humboldt, Feuille du jeune Naturaliste, Biologisches Centralblatt, Le Naturaliste.

Durch den Geschäftsführer dieses Lesezirkels, Herrn Steck, wird den 25 Mitgliedern unserer Gesellschaft, welche bisher Herrn Steck in Belp schriftlich den Wunsch ausgesprochen haben, an dem Lesezirkel Theil zu nehmen, von jetzt ab jede Woche direkt oder indirekt Lesestoff zugehen. Die auf dem Lande wohnenden Mitglieder der Gesellschaft erhalten die Zeitschriften *vor* den Bernern. Es ist hierdurch zumal den ausserhalb Berns wohnenden Mitgliedern der Gesellschaft ein werthvoller Ersatz für die mündlichen Unterhaltungen bei den Sitzungen geboten. Der Erfolg wird hoffentlich das finanzielle Opfer, welches durch das Abonnement der Gesellschaftkasse auferlegt worden ist, lohnen.

Am 26. Januar d. J. theilte Herr J. R. Koch der Gesellschaft brieflich mit, dass er aus Gesundheitsrücksichten sein Amt des Oberbibliothekars der bernischen naturforschenden Gesellschaft niederlege.

Die Gesellschaft beschloss, Herrn Koch in Anerkennung seiner 33 Jahre langen, gewissenhaften Amtsführung, die ihn auch zur Verwaltung der Bibliothek der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft verpflichtete, eine Dankadresse zu widmen und diese ihm bei Gelegenheit eines Festmahls in der Aprilschlusssitzung zu überreichen. Der Gefeierte entzog sich, in übergrosser Bescheidenheit, der geplanten Ovation. Dessenungeachtet fand am 13. April das Mahl statt. Herr Dr. Graf brachte das Hoch aus auf den verdienstvollen Mann, dessen Oberbibliothekar-Amt durch einstimmige Wahl auf Herrn Dr. Graf übertragen worden ist.

In dem geschäftlichen Theile derselben Sitzung wurde Herr Dr. Dubois (bisher Vicepräsident) zum Präsidenten bis 30. April 1890 gewählt, Hr. Prof. Brückner zum Vicepräsidenten.

Störend wirkt auf den Besuch der Sitzungen der Mangel eines ständigen, würdigen Versammlungslocals. Mit Beginn des Winters hat sich die Gesellschaft genöthigt gesehen, aus dem Gasthaus zum Bären in das Café Métropole überzusiedeln. Von dort trieb uns die Kälte in das Café Weibel. Dieses ansprechende Weinhaus war aber keineswegs an allen programmmässigen Gesellschaftsabenden zur Verfügung, so dass Sitzungen um deswillen verschoben werden mussten. Hoffentlich wird unserer altwürdigen Gesellschaft eine von der Gunst der Gastwirthe unabhängige Stätte in einem öffentlichen Gebäude bereitet werden und damit eine neue Blüthezeit des Vereins anheben.

BERN, 11. Mai 1889.

Der Berichterstatter:

Dr. H. Kronecker.

Sitzungs - Berichte.

803. Sitzung vom 26. Januar 1889.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Dr. Dubois. Anwesend 22 Mitglieder und 1 Gast.

1. Es liegt ein Schreiben vor, in welchem Herr J. R. Koch sein Amt als Oberbibliothekar der bernischen und schweizerischen naturforschenden Gesellschaft niederlegt, nachdem er seit mehr als 30 Jahren erst als Unterbibliothekar und seit 1864 als Oberbibliothekar thätig gewesen ist. Die Gesellschaft beschliesst, in Anerkennung der ihr während dieser langen Zeit geleisteten Dienste, Herrn Koch eine Dankesadresse zu überreichen.

   Zum Oberbibliothekar wird hierauf gewählt Herr Dr. J. H. Graf.
2. Hr. Prof. Dr. Th. Studer spricht **über ein neues Verzeichniss schweizerischer Vögel**, welches im Auftrage des schweizerischen Departements für Industrie und Landwirthschaft vom Vortragenden und Dr. V. Fatio in Genf unter Mitwirkung zahlreicher Beobachter an allen Punkten der Schweiz zusammengestellt wird. Dasselbe soll 350 Vogelarten mit Angaben über deren Vorkommen, Lebensweise etc. enthalten. Der erste Theil, 100 Seiten stark, mit 7 Uebersichtskarten, umfasst die Tag-Raubvögel; der Vortragende weist denselben vor und theilt daraus eine Anzahl interessanter Einzelheiten mit.
3. Herr Dr. C. Moser hält einen Vortrag über **die Hypothese E. Dubois' über die Marsmonde**: Er legt zuerst die Gründe dar, welche die bisherige Mondhypothese als ungenügend erscheinen lassen, und bespricht hierauf die Vermuthung Dubois', es möchten die Marsmonde Glieder der Planetoiden-Gruppe gewesen sein; schliesslich schildert er die merkwürdige Bewegung der Marsmonde, so wie dieselbe sich einem Beobachter auf dem Mars präsentiren würde.

804. Sitzung vom 9. Februar 1889.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Kronecker. Anwesend 23 Mitglieder.

1. In der letzten Sitzung hatte Herr Th. Steck die Gründung eines Lesezirkels angeregt in dem Sinne, dass eine Anzahl naturwissenschaftlicher Journale abonnirt und diese bei den Mitgliedern, welche es wünschen, in Circulation gesetzt würden.

   In der Diskussion erklären sich alle Votanten mit der Errichtung eines solchen Lesezirkels in der naturforschenden Gesellschaft

einverstanden. Es wird hierauf der Vorstand mit der Einleitung der nöthigen Schritte beauftragt und derselbe ermächtigt, sich zu diesem Zwecke nach Bedürfuiss zu erweitern.

2. Herr Dr. G. Hasler spricht über **Zuggeschwindigkeitsmesser für Eisenbahnen.** Der Vortragende demonstrirt unter Vorweisung der Apparate zwei Systeme von Zuggeschwindigkeitsmessern, welche im Bahndienst Anwendung finden.

I. System: Der Controllapparat ist auf der Bahnstation aufgestellt.

Längs der Bahn sind in Intervallen von 1 Kilometer *Radtaster* angebracht, welche durch die Räder des Zuges niedergedrückt werden. Ueber jedem dieser Pedale ist ein *Contactwerk* aufgestellt, welches den Strom einer Batterie beim Vorüberfahren des Zuges schliessen soll. Die Batterie und der *Controllapparat* sind auf der Station placirt. Letzterer besteht aus einer Pendeluhr, welche einen Papierstreifen per Minute 30 Millimeter vorwärts bewegt und diese Zeiten mechanisch markirt. Durch einen Elektromagnet mit Farbschriftvorrichtung werden die durch die Radtaster hervorgebrachten Signale auf dem Streifen markirt, und daraus die kilometrische Geschwindigkeit auf der ganzen Strecke bestimmt.

Solche Apparate, von der Telegraphen-Werkstätte ausgeführt, sind auf 90 Kilometer Bergstrecken der Gotthardbahn in Anwendung. Sie sind sehr genau und zuverlässig, haben jedoch den Uebelstand, dass der Locomotivführer selber nicht weiss, mit welcher Geschwindigkeit er fährt.

II. System: Der Controllapparat ist direct auf der Locomotive angebracht.

Es sind eine grosse Anzahl solcher Geschwindigkeitsmesser der verschiedensten Construction ausgeführt worden. Viele wurden nach kurzem Gebrauch ausser Thätigkeit gesetzt. Andere leisten gute Dienste, jedoch ist es selten, dass man ein in allen Theilen günstiges Urtheil darüber fällt. Es wird daher jede solche neue Erfindung von Eisenbahntechnikern mit Misstrauen betrachtet.

Der vorliegende Apparat neuester Construction, von den *Gebr. Hausshälter* in Dresden erfunden, wird laut Vertrag in der Telegr.-Werkstätte angefertigt und den schweizerischen Eisenbahnen geliefert. Dieser Apparat wirkt *zwangläufig*, d. h. die Geschwindigkeit wird direct durch ein Rad der Locomotive übertragen. Er bietet folgende Vortheile:

a) Die Geschwindigkeit des Zuges wird *continuirlich auf einem Zifferblatt angezeigt.*

b) Bei Ueberschreitung der erlaubten Geschwindigkeit ertönt eine *Alarmglocke.*

c) Die Geschwindigkeiten der Fahrten, sowie die Pausen werden auf einem endlosen Papierstreifen *registrirt.*

In der Discussion macht Herr Dr. Dubois auf ein einfaches Verfahren aufmerksam, durch welches auch der Laie, im Eisenbahnzug sitzend, die Geschwindigkeit des letztern taxiren kann: in den meisten Fällen findet man nämlich aus dem Lärm des Zuges auch rhythmische Schläge heraus, die vom Uebersprungen der Räder von einer Schiene auf die andere herrühren. Da nun die Schienenlänge gewöhnlich 6 Meter beträgt, so lässt sich aus der Zahl der Schläge,

welche in bestimmter Zeit erfolgen, leicht die Zuggeschwindigkeit ausrechnen.

3. Herr Dr. Ed. Fischer macht einige Demonstrationen, welche sich auf die Sigillarien beziehen, und begleitet dieselben mit allgemeinen Bemerkungen über Organisation und systematische Stellung dieser Gewächse.
4. Derselbe weist hierauf die neue Mikroskopirlampe von Kochs und Wolz vor, ein sehr einfacher Apparat, der für das Mikroskopiren bei Nacht wesentliche Vortheile bietet. Diesen Anlass benützt der Vortragende, um eine der Möller'schen Diatomeentypenplatten zu zeigen.

805. Sitzung vom 16. Februar 1889.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Kronecker. Anwesend 19 Mitglieder.

1. Herr Prof. Dr. Ed. Brückner hält einen Vortrag über **Grundwasser und Typhus** mit besonderer Berücksichtigung der Hamburger Verhältnisse. Er schildert die Resultate, welche Soyka bezüglich des Zusammenhanges der Grundwasserschwankungen mit den Schwankungen der Typhusfrequenz für eine Reihe von Städten (Berlin, Frankfurt a. M., München, Bremen, Salzburg) sowohl für die Jahresperiode, als für die Aenderung von Jahr zu Jahr erhalten hat und welche durchaus das Gesetz von Pettenkofer bestätigen: bei sinkendem Grundwasserspiegel wächst die Typhusfrequenz, bei steigendem nimmt sie ab. Beobachtungen in Michigan stimmen damit völlig überein. Auch für Hamburg gilt das Gesetz, wie die völlig statistischen Zusammenstellungen des Redners ergaben, jedoch nur bis zum Jahre 1883. Immer stellt die Kurve der Typhushäufigkeit ungefähr ein Spiegelbild der Kurve der Schwankungen des Grundwassers dar. Da Grundwasserbeobachtungen für Hamburg nur aus den letzten 9 Jahren vorliegen, so benutzte der Redner als Repräsentanten der Grundwasserschwankungen von Jahr zu Jahr die Schwankungen des Elbspiegels, nachdem er gezeigt, dass in Berlin, Bremen und München jeweilen Flussspiegel und Grundwasserspiegel in gleichem Sinne von Jahr zu Jahr sich ändern, sind doch beide von denselben Faktoren abhängig, dem Regenfall und der Verdunstung. Hierdurch vermochte er den Vergleich beider Elemente bis zum Jahr 1840 zurückzuverfolgen. Dass die letzten Jahre 1884 bis 1887, die durch eine ganz ausserordentliche Typhusepidemie ausgezeichnet sind, eine Ausnahme von der Regel machen, offenbart sich in der Jahresperiode. Während dieser Epidemie erscheint der Typhus als Winterkrankheit statt als Sommerkrankheit wie früher, und das Maximum seiner Frequenz fällt fast genau mit dem höchsten Stand des Grundwassers zusammen. Redner sieht daher die Ursache der letzten Epidemie nicht in dem Grundwasser, sondern vielmehr in den gigantischen Erdarbeiten, welche in den kritischen Jahren zum Zweck des Zollanschlusses der Stadt Hamburg im Hafen vorgenommen wurden und deren Beginn und Ende auch mit dem Beginn und Ende der Epidemie zusammenfällt. Wenn nun auch im Grossen Pettenkofers Gesetz zu Recht besteht, so

sind es eben doch in jedem Fall der Faktoren mehrere, welche ein epidemisches Auftreten des Typhus veranlassen können.

2. Herr Dr. E. v. Fellenberg spricht über den Flussspath von Oltschenalp und seine Verwendung (siehe die Abhandlungen).
3. Derselbe bespricht ferner ein neues Nephritoid aus dem Bergell. (s. d. Abhandlungen).

806. Sitzung vom 2. März 1889.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Kronecker. Anwesend 14 Mitglieder.

1. Betreffs des Lesezirkels beschliesst die Gesellschaft auf Antrag des Vorstandes:
   a) Es sei ein Lesezirkel vorläufig für ein Jahr einzurichten;
   b) den Theilnehmern an demselben werden keine Extrakosten berechnet;
   c) die Zahl der in Circulation zu bringenden Zeitschriften richtet sich nach den verfügbaren Geldmitteln der Kasse. Ausserdem kommen die in der Bibliothek der Gesellschaft enthaltenen Zeitschriften allgemein naturwissenschaftlichen Inhaltes zur Circulation;
   d) an der Circulation können sich die auf dem Lande und die in der Stadt wohnenden Mitglieder betheiligen, erstere erhalten jedoch den Vorzug dadurch, dass sie die Zeitschriften zuerst bekommen;
   e) sämmtliche Mitglieder werden durch Circular zur Betheiligung am Lesezirkel eingeladen;
   f) als Zeitschriften werden vor der Hand in Aussicht genommen:

The Nature,	Le naturaliste,
La Nature,	Revue scientifique,
Die Natur,	Feuille du jeune Naturaliste,
Humboldt,	Biologisches Centralblatt,
Naturwissenschaftliche Rundschau.	American Naturalist.

   Ausserdem genehmigt die Gesellschaft das vom Vorstand ausgearbeitete Reglement und wählt als Geschäftsführer für den Lesezirkel Herrn Th. Steck, Sekundarlehrer in Belp.
2. Herr Prof. Dr. L. Fischer spricht über die Algengruppe der Siphoneen, indem er die hauptsächlichsten Ergebnisse der neueren Untersuchungen über Bau und Reproduction derselben in vergleichender Uebersicht einer Anzahl Gattungen erläutert und bezügliche Objecte vorweist.
3. Herr Prof. Dr. Kronecker hält einen Vortrag über den Zeitverlust bei Sinneswahrnehmungen und gibt darin einen Bericht über die allgemeinen Ergebnisse der Beobachtungen der Reactionszeit, Unterscheidungszeit und Wahrnehmungszeit. Nach Schluss der Sitzung liess der Vortragende einige Herren der Gesellschaft ihre Reaction auf verschiedene Sinnesreize electromagnetisch an rotirender Trommel notiren.

4. Herr Dr. E. v. Fellenberg weist Blätter der neuesten geologischen Uebersichtskarte von Japan im Massstab von 1 : 400,000, sowie der neuen geologischen Karten von Rumänien vor.

807. Sitzung am 9. März 1889.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Kronecker. Anwesend 18 Mitglieder und 2 Gäste.

1. Herr Dr. C. Schmidt, Docent in Basel, der als Gast anwesend ist, spricht:

a) **Ueber einen neuen Mineralfund aus dem Oberwallis**: Im sogen. Steinbruchgraben unweit Visp fanden sich in einem Block von glimmerreichem Röthidolomit eine Reihe Drusenmineralien: Calcit- und Dolomitrhomboëder, Adular, Albit, Flussspath, Zinkblende, Bleiglanz, Anatas etc. Besonderes Interesse beansprucht ein Mineral, welches sich bei der quantitativen Analyse als ein Strontiumsulfat erwies. Durch die mangelnde prismatische Spaltbarkeit, sowie die optische Orientirung unterscheidet sich dasselbe vom Coelestin einerseits und zeigt andererseits Eigenschaften des Anhydrites ($CaSO^4$) in der ausgezeichneten Spaltbarkeit nach dem Brachypinakoid und in der optischen Orientirung (Axenebene parallel Makropinakoid). Diese eigenthümliche Zwischenform zwischen Coelestin und Anhydrit glaubt der Vortragende als neue Mineralspecies bezeichnen zu müssen und wählte den Namen *Fellenbergit*.

b) **Ueber die Granitmassen in den Gebirgssystemen der Bretagne, der Pyrenäen und der Alpen**: Es wurde erst die Charakteristik des Granites als plutonisches Tiefengestein gegeben, dann die Contactwirkungen, das geologische Alter und die Stellung der Granite in Gebirgen besprochen. Ein Vergleich der drei genannten Gebirge, welche sehr verschieden alt sind, zeigt, dass die typische Lagerung der Granitmassen und ihrer Contacthöfe in Folge der Gebirgsbildung verwischt ist und zwar natürlich am meisten in den jüngsten Kettengebirgen. Der Vortragende glaubt, dass dieser Gesichtspunkt bei Beurtheilung der alpinen Protogine ganz scharf hervorgehoben werden müsse.

808. Sitzung vom 23. März 1889.

Abends 7½ Uhr im Café du Pont.

Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Kronecker. Anwesend 22 Mitglieder und 1 Gast.

1. Herr Prof. Dr. Demme spricht über **einen neuen Sprosspilz, der eine Rothfärbung des Käses hervorbringt,** und begleitet den Vortrag mit Demonstrationen von Culturen und mikroskopischen Präparaten dieses Sprosspilzes. Einleitend spricht Herr Dr. Schaffer über die Provenienz dieses Pilzes. Wir lassen hier ein Résumé der hauptsächlichsten in der Mittheilung von Herrn Prof. Demme enthaltenen Punkte folgen: Im Monat Juli des Jahres 1888 wurde dem *pharmakologischen Institut* in Bern (Vorstand Prof. Demme) durch Herrn Kantonschemiker

Dr. Schaffer ein Stück *rothen Quarks*[1]) übergeben, welches von der Käsemasse stammte, welche zur Bereitung des in den «Bern. Blättern für Landwirthschaft» erwähnten[2]) *rothen Käses* gedient hatte. Es handelte sich um die Isolirung, Reinzüchtung und Bestimmung der in den rothen Farbstoffmassen von Herrn Schaffer mittelst des Mikroskopes wahrgenommenen Mikroorganismen.

Es gelang Prof. Demme mit Hülfe des Koch'schen Plattenverfahrens, aus diesen rothen Farbstoffmassen einen Sprosspilz zu isoliren, dessen Culturen die nämliche orangerothe Färbung wie die zur Untersuchung übergebene Quarkmasse darboten.

Die Colonien dieses Sprosspilzes entwickelten sich auf den Gelatineplatten nach 18 bis 36 Stunden in der Form hirsekorn-grosser, gelblichweisser Tropfen. Dieselben umgaben sich in den nächsten Tagen mit einer helleren Zone, von welcher aus das Wachsthum der Cultur in vollkommen gleichmässiger Weise nach der Peripherie zu seinen Fortgang nahm. Zwischen dem 8. bis 12. Tage bot das Centrum der Culturfläche eine nach der Peripherie zu schwächer werdende *röthliche* Färbung dar. Zwischen dem 14. bis 20. Tage erschien die gesammte Cultur gleichmässig himbeerroth tingirt, und bot schliesslich im Verlaufe von 4 bis 6 Wochen die zu einem dichten Rasen angewachsene Cultur einen *gesättigt orange-himbeerrothen Farbenton* dar.

Bei der *mikroskopischen Betrachtung* ergab es sich, dass diese Culturen aus kuglichen und ovalären Zellen bestanden. Von den kuglichen Zellen hatten die meisten einen Durchmesser von 4,5 μ, viele einen solchen von 5,5 μ, vereinzelte einen Durchmesser von 3,8 μ oder aber von 6.8 μ und darüber.

Das *Wachsthum* dieses Sprosspilzes erfolgte auf Fleischinfuspepton-Gelatine und Agar, auf Kartoffeln, Bouillon, Milch und Käse, am besten bei einer Zimmertemperatur von 15 bis 20° C.

Es lag selbstverständlich der Gedanke nahe, dass es sich bei dem eben beschriebenen Sprosspilz um die von Cohn, Hansen, Koch und Anderen beschriebene *Rosahefe* handle, und wurden desshalb mit einer aus dem bakteriologisch-chemischen Institute von Prof. Dr. v. Nencki stammenden und uns von Letzterem freundlichst überlassenen Cultur von Rosahefe *vergleichende Untersuchungen* über das *Verhalten beider Mikroorganismen* angestellt.

Bezüglich der Grössenverhältnisse der einzelnen Zellen derselben lieferten die zahlreichen, auch mit Herrn v. Nencki vorgenommenen Messungen folgende Ergebnisse:

Rosahefe		*rother Käsesprosspilz*
Durchmesser der meisten Zellen	4,4 μ	4,5 bis 4,7 μ
» vieler »	2,3 μ	5,5 μ
» vereinzelter »	5,5 μ	3,8 bis 6,8 μ

Der *Durchmesser* der *Zellen* des von dem *rothen Käse* stammenden *Sprosspilzes* stellte sich somit, unter sorgfältiger Vergleichung der verschiedenen Mengenverhältnisse der einzelnen Zellen bezw. Zellgrössen mit den entsprechenden der *Rosahefe*, entschieden grösser als bei der letzteren dar.

---

[1]) Der von der Molke möglichst befreite Käsestoff. [2]) Nr. 33, 18. Aug. 1888.

Von ferneren Unterschieden ergab sich, dass bei dem von dem rothen Käse stammenden Sprosspilze das Zellprotoplasma aller Zellen körnig, bei den Zellen der Rosahefe dagegen homogen, dass die Färbung der Culturen des rothen Käse-Sprosspilzes orange-himbeerroth, bei der Rosahefe mehr ziegel- oder zinnoberroth ist. Bezüglich des Wachsthums der Culturen beider resultirte, dass dasselbe bei dem rothen Käse-Sprosspilz rascher als bei der Rosahefe vor sich geht, dass ferner bei Stichculturen auf Agar seitens des rothen Käse-Sprosspilzes eine leicht convexe Erhebung, seitens der Rosahefe ein dellenförmiges Einsinken der Cultur während der ersten Tage ihrer Entwicklung beobachtet wird.

Mit Rücksicht auf die hier erwähnten Eigenthümlichkeiten des aus den *rothen Farbstoffmassen* des betreffenden *Käses* isolirten *rothen Sprosspilzes* hielt es der Vortragende für zweckmässig, demselben *vorläufig, ohne die Ergebnisse späterer Untersuchungen präjudiciren* zu wollen, die Bezeichnung Saccharomyces (?) ruber beizulegen.

Es sei hier noch beigefügt, dass Saccharomyces (?) ruber, wie die Rosahefe weder an der Luft noch in Wasserstoffatmosphäre Zucker vergährt.

An Thieren vorgenommene *Fütterungsversuche* mit Reinculturen von Saccharomyces (?) ruber erwiesen denselben als *nicht* im eigentlichen Sinne des Wortes *pathogen*, obschon grössere Quantitäten desselben (bei Hunden) eine zu chronischem Darmcatarrhe Veranlassung gebende Reizung der Darmschleimhaut hervorrufen können.

Die Beobachtungen und Untersuchungen des Vortragenden über die *Biologie* von Saccharomyces (?) ruber, namentlich über seine Wachsthums- und Fortpflanzungs-Verhältnisse, seine ausserordentliche Widerstandskraft gegen die Einflüsse höherer Wärme- und Kälte-Grade, sowie andererseits über die Einwirkung desinficirender Substanzen[1]) auf seine Lebens- und Fortpflanzungs-Fähigkeit u. s. w. werden demnächst an anderer Stelle veröffentlicht werden.

2. Herr Prof. Dr. Strasser demonstrirt die Vorgänge bei der Ortsbewegung der Schnecken und erläutert den Mechanismus, welcher derselben zu Grunde liegt.
3. Herr Prof. Dr. L. Fischer legt einen zweiten Nachtrag zu seinem 1875 publicirten Verzeichniss der Gefässpflanzen des Berner Oberlandes vor (s. die Abhandlungen).
4. Herr Dr. E. v. Fellenberg zeigt einen Metallbalken mit eigenthümlicher Graduirung vor, der ihm übersandt worden ist, und welcher die Jahreszahl 1655 trägt. Wozu er gedient, das bleibt einstweilen ganz zweifelhaft.

809. Sitzung vom 13. April 1889.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Kronecker. Anwesend 23 Mitglieder und 2 Gäste.

1. Wahlen. Zum Präsidenten für das Vereinsjahr 1889/90 wird ernannt Herr Dr. P. Dubois, bisheriger Vicepräsident, zum Vicepräsidenten Herr Prof. Dr. Ed. Brückner.

[1]) Herr Arzt Paul Gygax hat im pharmakologischen Institut eine hierauf bezügliche Arbeit soeben beendigt und wird dieselbe als Doctordissertation veröffentlichen.

2. Monsieur le Dr. S. Schwab présente une communication sur Thurmann, géologue et botaniste du Jura.
3. Herr Prof. Dr. Kronecker spricht über die Protoplasmabewegungen und speciell die neuern Erklärungsversuche derselben durch Gad und Quincke. Er demonstrirt unter dem Mikroskope die Bewegungserscheinungen bei Elodea, Vallisneria, Nitella und durch Projection mittelst Skioptikon die von Gad beschriebenen Erscheinungen beim Verseifungsprocesse.

Nach Schluss des ersten Actes vereinigt sich die Gesellschaft zu einem zu Ehren des von seinem Amte zurücktretenden Oberbibliothekars Herrn J. R. Koch veranstalteten Souper.

810. Sitzung vom 11. Mai 1889.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Dr. Dubois. Anwesend 24 Mitglieder und 1 Gast.

1. Herr Professor Dr. Kronecker verliest den Jahres-Bericht über das Vereinsjahr 1888/89.
2. Herr Prof. Dr. Baltzer legt der Gesellschaft zwei von Demonstrationen begleitete Mittheilungen vor:
   a) Ueber sogenannte Sandeier aus dem Dinotheriensande von Tramelan.
   b) Ueber einen Rochenrest aus der marinen Molasse von Mägenwyl im Kanton Aargau (s. d. Abhandlungen).
3. Herr K. Leist spricht über den Einfluss des alpinen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter (s. d. Abhandlungen).

811. Sitzung vom 22. Juni 1889.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Dr. Dubois. Anwesend 13 Mitglieder und 1 Gast.

1. Herr Prof. Dr. Guillebeau legt folgende zwei Mittheilungen vor:
   a) Zur Histologie des multiloculären Echinococcus.
   b) Ueber einen Fall von Cysticercus der Taenia saginata (siehe Abhandlungen des nächsten Jahres).
2. Herr Prof. Dr. Kronecker spricht über die Reduction des Haemoglobins im Froschherzen.
3. Herr Prof. Dr. Th. Studer weist die von Dr. Wright und ihm verfasste Bearbeitung der Alcyonarien der Challenger-Expedition nebst Supplement vor und gibt eine kurze Uebersicht über Plan und Inhalt des Werkes.

Den Schluss der Sitzung bilden mikroskopische Demonstrationen zu den Mittheilungen der Herren Prof. Dr. Guillebeau und Prof. Dr. Kronecker.

812. Sitzung vom 9. November 1889.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Dr. Dubois. Anwesend 31 Mitglieder und 3 Gäste.

1. Herr Prof. Dr. A. Baltzer hält einen Vortrag über die neueren Theorien der Gebirgsbildung.

2. Herr Professor Dr. Ed. Brückner berichtet über die Resultate seiner **Untersuchungen über Klimaschwankungen in historischer Zeit**, indem er dieselben durch grosse graphische Darstellungen erläutert. Forel, Richter und Lang zeigten, dass die Gletscherschwankungen in den Alpen sich auf säkulare Schwankungen des Niederschlags und der Temperatur zurückführen. Diese Schwankungen der wichtigsten klimatischen Elemente sind nun aber nicht auf die Alpen beschränkt, sondern kehren fast in sämmtlichen Ländern der Erdoberfläche wieder. Ueberall fallen im laufenden Jahrhundert um die Jahre 1815, 1850 und 1880 feuchte und kühle Perioden, um die Jahre 1830 und 1860 trockene und warme. Die Schwankungen der Regenfälle treten im Innern der Kontinente (Asien und Amerika) relativ stark verschärft auf; an einigen Punkten der oceanischen Küsten scheinen sie dafür zu fehlen. Sie sind sowohl den Landmassen der Nordhemisphäre, als auch denen der Südhemisphäre, den Tropen, wie den gemässigten Zonen eigen.

   Diese Schwankungen des Klimas liessen sich an der Hand von Aufzeichnungen über das Gefrieren und Aufgehen der russischen Flüsse, über den Wasserstand des Kaspischen Meeres und vor Allem über den Termin der Weinernte in den Weingegenden Mitteleuropas mehrere Jahrhunderte zurück verfolgen. Es ergiebt sich eine mittlere Dauer der Periode von 36—37 Jahren.

   Diese Klimaschwankungen besitzen entschieden eine praktische Bedeutung. Sie beeinflussen die Wassertiefe und die Dauer der Navigationsperiode der Flüsse besonders in kontinentalen Gebieten (Russland, auch Deutschland). Sie äussern auch einen erheblichen Einfluss auf die Ernten. Es zeigt sich sogar in den kontinentalen, regenarmen Gebieten des innern Nordamerika, Sibiriens und Aegyptens, dass direkt das Areal des anbaufähigen Landes in Folge der Klimaschwankungen in seiner Grösse Schwankungen erleidet.
3. Herr v. Jenner weist einen langen, 4 Centimeter dicken, cylindrischen Körper vor, welcher oben am Aargaustalden im Innern eines morschen Wegweisers gefunden worden war und aus einem compacten Pilzmycel besteht.

813. Sitzung vom 23. November 1889.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Dr. Dubois. Anwesend 31 Mitglieder.

1. Es liegt ein Circular vor, in welchem ein Initiativcomité unter Vorsitz von Herrn Regierungs-Rath Dr. Gobat die Anregung macht zur Herstellung einer Bibliographie für schweizerische Landeskunde. In diesem Circulare, das an die naturforschenden, historischen, geographischen u. a. Gesellschaften der Schweiz gesandt worden ist, werden die letzteren eingeladen, ihre Zustimmung zu diesem Unternehmen bekunden zu wollen. Es soll dann diesen Winter eine Delegirtenversammlung der betheiligten Vereine — sofern dieselben Delegirte senden wollen — einberufen werden.

   Nachdem der Vorstand der Gesellschaft bereits im Juli in einem Schreiben dem Initiativcomité seine Zustimmung erklärt hat, beantragt er bei der Gesellschaft, Delegirte für die genannte Delegirten-

versammlung zu bezeichnen. Es werden als solche gewählt die Herren Prof. Dr. Brückner, Prof. Dr. Th. Studer und Dr. Graf.
2. Herr J. Fankhauser legt geologische Mittheilungen aus dem Emmenthale vor, welche sich auf die Verhältnisse der marinen und Süsswassermolasse in der Gegend von Langnau beziehen (s. d. Abhandlungen des nächsten Jahres).
3. Herr Dr. J. H. Graf spricht über den sogenannten Mathematiker Niklaus Blauner, ein Original aus dem vorigen Jahrhundert.

814. Sitzung vom 7. Dezember 1889.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Dr. Dubois. Anwesend 19 Mitglieder und 2 Gäste.

1. Dem Rector der Hochschule wurde der Vorschlag gemacht, er möchte sich mit den verschiedenen wissenschaftlichen Gesellschaften der Stadt in Verbindung setzen behufs Veranstaltung öffentlicher wissenschaftlicher Vorträge, deren Abhaltung nicht nur von akademischen Docenten, sondern auch von andern wissenschaftlich thätigen Männern übernommen würde. Zur Besprechung dieser Frage berief derselbe die Präsidenten der naturforschenden und der andern in Frage kommenden Gesellschaften ein und diese erklärten sich mit der Anregung einverstanden. — Die naturforschende Gesellschaft wird nun um die Ermächtigung angegangen, sie in der Anzeige dieser Vorträge unter den mitwirkenden Gesellschaften zu nennen, und wird eingeladen, ihren Vorsitzenden in das Comité, welches die Sache an die Hand nimmt, zu delegiren. -- In der Abstimmung erklärt sich die Gesellschaft mit diesen Vorschlägen einverstanden.
2. Es wird beschlossen mit dem Lesezirkel (s. d. Sitzung v. 2. März) bis auf Weiteres fortzufahren.
3. Herr Apotheker B. Studer-Steinhäuslin spricht über eine Pilzexcursion in's Unterwallis. Die Ergebnisse dieser, sowie der letzjährigen (s. Sitzungsberichte 1888 p. XVII) Excursion sollen in den Abhandlungen des nächsten Jahres veröffentlicht werden.
4. Herr Dr. Thiessing macht der Gesellschaft Mittheilungen über den Lias von Lyme-Regis (s. d. Abhandlungen des nächsten Jahres).

815. Sitzung vom 21. Dezember 1889.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Brückner. Anwesend 20 Mitglieder

1. Der Vorsitzende theilt der Gesellschaft mit, dass der in letzter Sitzung besprochene Cyclus öffentlicher Vorträge nunmehr zu Stande gekommen ist, es betheiligen sich an demselben auch Mitglieder der naturforschenden Gesellschaft, freilich gleichzeitig in ihrer Eigenschaft als Docenten an der Hochschule.
2. Herr J. Fankhauser spricht über die erratischen Blöcke im Emmenthal (s. d. Abhandlungen des nächsten Jahres).
3. Herr Prof. Dr. Strasser berichtet über eine von ihm beobachtete Anomalie in der Lagerung der Fleischfasern des Zwerchfelles und

in der Lage der Carotis communis, bedingt durch eine Verkrümmung der Wirbelsäule (s. d. Abhandlungen des nächsten Jahres).

4. Herr Custos v. Jenner wendet für die photographische Dunkelkammer mit Vortheil eine Combination von rothem und grünem Glase an.
5. Herr Prof. Dr. Brückner referirt über zwei neuere Arbeiten von Neumayr und Nathorst über die Klimate der Vorzeit.
6. Herr Dr. Graf hatte letztes Jahr ein Rechenbüchlein: Praktik der Feldmesskunst von Ozanam vorgewiesen, er fand nun seitdem, dass dasselbe eine Reproduction eines 1668 von Sebastian Leclerc publicirten Buches ist. — Ferner macht Herr Dr. Graf auf die neuen interessanten Funde von Kalendern und anderen Drucken, auch mathematischen Inhalts, im Staatsarchiv aufmerksam.
7. Herr Dr. Dutoit beobachtete am Engstligengrate bei Adelboden von der Höhe von 2200 Meter an eine auffallende Vertretung von Viola calcarata, Geum montanum und Saxifraga oppositifolia durch Viola cenisia, Geum reptans und Saxifraga Kochii.
8. Herr Dr. Vinassa fand bei einer Erkrankung eines Obstweines, bestehend in Bräunung desselben einen kurzen Bacillus, der bei geeignetem Luftzutritt den Gerbstoff des Obstweines zersetzt.
9. Herr Dr. Schwab erwähnt, dass auf der topographischen Karte der Schweiz in der Bezeichnung des kleinen Ochsen (Stockhornkette) eine Unrichtigkeit sich eingeschlichen habe.

Verzeichniss der Mitglieder

der

Bernischen naturforschenden Gesellschaft.

(Am 31. Dezember 1889.)

Die mit * bezeichneten Mitglieder wurden im Jahre 1889 neu aufgenommen.

Vorstand.

Dr. *P. Dubois,* Präsident vom 1. Mai 1889 bis 30. April 1890.
Prof. Dr. *Ed. Brückner,* Vice-Präsident.
B. Studer, jun., Apotheker, Kassier seit 1875.
Dr. *Ed. Fischer,* Sekretär seit 1886.
Dr. *J. H. Graf,* Redaktor der Mittheilungen seit 1883 und Oberbibliothekar seit 1889.
Dr. *E. Kissling,* Unterbibliothekar seit 1888.

Mitglieder.

		Eintritts-Jahr.
1.	*Andreæ,* Philipp, Apotheker	1883
2.	*Badertscher,* Dr. A., Sekundarlehrer	1888
3.	*Balmer,* Dr. Hans, Privatdocent	1886
4.	*Baltzer,* Dr. A., Professor der Mineralogie und Geologie	1884
5.	*Beck,* Dr. Gottl., Lehrer an der Lerberschule	1876
6.	*v. Benoit,* Dr. jur., G.	1872
7.	*Benteli,* A., Rektor und Docent	1869
8.	*Berdez,* H., Professor an der Thierarzneischule	1879
9.	*Berlinerblau,* Dr. J., Fabrikdirekt. in Sosnowice (Russ.Polen)	1887
10.	*Bigler,* Dr. phil. U., in Frutigen	1880
11.	*v. Bonstetten,* Dr. phil. August	1859
12.	*Bourgeois,* Dr. med. E., Arzt	1872
13.	*Brückner,* Dr. Ed., Prof. der Geographie	1888
14.	*Brunner,* Alb., Apotheker	1866
15.	*Brunner,* C., Telegraphendirektor in Wien	1846
16.	*Büchi,* Fr., Optiker	1874
17.	*v. Büren,* Eug., allié von Salis, Sachwalter	1877
18.	*Cherbuliez,* Dr. Director, Mühlhausen	1861
19.	*Christeller,* Dr. med. in Bordighera	1870
20.	* *Christen,* Förster in Bern	1889
21.	*Coaz,* eidgenössischer Oberforstinspektor	1875
22.	*Conrad,* Dr. Fr., Arzt	1872
23.	*Cramer,* Gottl., Arzt in Biel	1854
24.	*Demme,* Dr. R., Professor, Arzt am Kinderspital	1863
25.	*Dick,* Dr. Rud., Arzt	1876

		Eintritts-Jahr.
26.	*Dmitrenko,* Frl. E., stud. phil.	1887
27.	*Dubois,* Dr. med., Arzt, Privatdocent	1884
28.	*Dutoit,* Dr. med., Arzt	1867
29.	*Emmert,* Dr. C., Professor der Staats-Medicin	1870
30.	*Engelmann,* Dr., Apotheker in Basel	1874
31.	*Fankhauser,* J., Gymnasial-Lehrer und Privatdocent	1873
32.	*v. Fellenberg,* Dr. phil. E., Bergingenieur	1861
33.	*Fischer,* Dr. phil. Ed., Privatdocent	1885
34.	*Fischer,* Dr. L., Professor der Botanik	1852
35.	*Frey,* Aug., Telegraphendirektor	1876
36.	* *Frey,* H., Lehrer am städtischen Gymnasium	1872
37.	*Frey,* Dr. Rob., Arzt in Rubigen	1889
38.	*v. Freudenreich,* Dr. E., Rentier	1885
39.	*Geering,* Dr. T., Chef der eidg. Handelsstatistik	1888
40.	* *de Giacomi,* Dr. med. J., Arzt und Privatdocent	1889
41.	*Girard,* Dr. med., Arzt	1876
42.	*Graf,* Dr. phil. J. H., Gymnasial-Lehrer und Docent	1874
43.	*Gosset,* Philipp, Ingenieur	1865
44.	*Gressly,* Alb., Oberst, Maschinen-Ingenieur	1872
45.	*Grimm,* J., Präparator	1876
46.	*Guillebeau,* Professor Dr.	1878
47.	*Haaf,* C., Droguist	1857
48.	*Hammer,* Bundesrath	1878
49.	*Hasler,* Dr. phil. G., Dir. d. Telegraphen-Werkstätte	1861
50.	*Held,* Leon, Ingenieur	1879
51.	*Heller,* J. H., Kaufmann	1872
52.	*Hermann,* F., Mechaniker	1861
53.	*Hess,* E., Professor an der Thierarzneischule	1883
54.	*Hopf,* J. G., Arzt	1864
55.	*Huber,* Dr. G., Privatdocent	1888
56.	*Jenner,* E., Entomolog, Stadtbibl.	1870
57.	*Jonquière,* Dr. Professor der Medizin	1853
58.	*Jonquière,* Dr. med. Georg, Arzt	1884
59.	*Jonquière,* Dr. phil. Alf.	1884
60.	*Käch,* J., Sekundarlehrer	1880
61.	*Kaufmann,* Dr., Adjunkt	1881
62.	*Kaufmann,* Dr. Alfr., Lehrer in der Grünau	1886
63.	*Kesselring,* H., Lehrer an der Sekundarschule	1870
64.	*Kissling,* Dr. E., Sekundarlehrer	1888
65.	*Kobi,* Dr., Lehrer an der Kantonsschule Pruntrut	1878
66.	*Koch,* Lehrer der Mathematik	1853
67.	*Kocher,* Dr. Professor der Chirurgie	1872
68.	*Koller,* G., Ingenieur	1872
69.	*König,* Dr. Emil, Arzt	1872
70.	*Körber,* H., Buchhändler	1872
71.	*Kraft,* Alex., Besitzer des Bernerhofs	1872
72.	*Krebs,* A., Seminarlehrer	1888
73.	*Kronecker,* Dr. H., Professor der Physiologie	1884
74.	*Kuhn,* Fr., Pfarrer in Affoltern	1841
75.	*Langhans,* Fr., Lehrer am städt. Progymnasium	1872
76.	*Lanz,* Dr. Em., Arzt in Biel	1876
77.	*Lanz,* J., Dr. med. in Biel	1856

		Eintritts-Jahr.
78.	*Lauterburg,* R., Ingenieur	1851
79.	*Leist,* K., Lehrer	1888
80.	*Leuch,* Dr. A., Privatdocent	1887
81.	*Lindt,* Franz, Ingenieur	1870
82.	*Lindt,* R., Apotheker	1849
83.	*Lindt,* Dr. med. Wilh., Arzt	1854
84.	*Lindt,* Dr. med. W., jun.	1888
85.	* *Lory,* Adolf, Lehrer an der Lerberschule.	1889
86.	*Lätschg,* J., Waisenvater	1872
87.	* *Marckwald,* Dr. Max.	1889
88.	* *Markusen,* Professor Dr. Johann	1889
89.	* *Marti,* Christian, Sekundarlehrer in Nidau	1889
90.	*Moser,* Dr. phil. Ch., Sekundarlehrer und Privatdocent	1884
91.	*Moser,* Friedrich, Schreinermeister	1877
92.	*Müller,* Emil, Apotheker	1882
93.	*Müller,* Professor Dr. P.	1888
94.	*v. Mutach,* Alf., von Riedburg	1865
95.	*Mützenberg,* Dr. med. Ernst, Spiez	1885
96.	*Neuhaus,* Dr. med. Carl, in Biel.	1854
97.	*Niehans-Boret,* Dr. med., Arzt	1870
98.	*Niehans,* Dr. med. Paul, Inselarzt	1873
99.	*Pfister,* J. H., Mechaniker	1871
100.	* *Pflüger,* Professor Dr.	1889
101.	*Pulver,* Friedrich, Apotheker	1876
102.	*Ris,* Lehrer der Physik am städt. Gymnasium	1869
103.	*Rothen,* Dr. phil., Adjunkt der Tel.-Direktion	1872
104.	*Rothenbach,* Alf., Gasdirektor	1872
105.	*Sahli,* Professor Dr. H.	1875
106.	*v. Salis,* eidg. Oberbauinspektor	1881
107.	*Schädler,* Dr. med., E.	1863
108.	* *Schällibaum,* Dr. H., Arzt in Wattenwyl	1889
109.	*Schärer,* Dr. med. Ernst	1885
110.	*Schärer,* Professor, Rud., Direktor der Waldau	1867
111.	*Schärtlin,* Dr., Chef im eidg. Versicherungsamt	1888
112.	*Schaffer,* Dr., Kantonschemiker und Docent	1878
113.	*Schenk,* Dr. Karl, Bundesrath	1872
114.	*Schlachter,* Dr., Lehrer an der Lerberschule	1884
115.	*Schmid,* J. G., Direktor der Sekundarschule	1877
116.	*Schnell,* Dr. Alb., Lochbach bei Burgdorf	1872
117.	*Schnyder,* J., Oberförster	1872
118.	*Schuppli,* M., Direktor der N. Mädchenschule	1870
119.	*Schwab,* Alf., Banquier	1873
120.	*Schwab,* Dr. med. Sam.	1885
121.	*Schwarz-Wälly,* Commandant	1872
122.	*Schwarzenbach,* Dr., Professor der Chemie	1862
124.	*Sidler,* Dr., Professor der Astronomie	1872
125.	*Stämpfli,* K., Buchdrucker	1870
126.	*Stauffer,* B., Ingenieur in Aedermannsdorf (Kt. Solothurn)	1865
127.	*Steck,* Th., Sekundarlehrer in Belp	1878
128.	*Stooss,* Dr. med. Max	1883
129.	*Strasser,* Dr. Hans, Professor der Anatomie	1872
130.	*Studer,* Bernhard, sen.	1844

	Eintritts-Jahr.
131. *Studer,* Bernhard, Apotheker	1871
132. *Studer,* Dr. Theophil, Professor der Zoologie	1868
133. *Studer,* Wilhelm, Apotheker	1877
134. *Tanner,* G. H., Apotheker	1882
135. *Thiessing,* Dr., Redaktor	1867
136. *v. Tscharner,* Dr. phil. L., Stabsmajor	1874
137. *v. Tscharner,* Oberstlieutenant	1878
138. *Valentin,* Professor Dr. med. Ad., Arzt	1872
139. *Vinassa,* Dr. phil., Privatdocent	1884
140. *Volz,* Wilhelm, Apotheker	1887
141. *Wäber-Lindt,* A.	1864
142. *Wander,* Dr. phil., Chemiker	1865
143. *Wanzenried,* Sekundarlehrer in Zäziwyl	1867
144. *v. Wattenwyl-Fischer,* Rentier	1848
145. *Hans v. Wattenwyl-v. Wattenwyl,* Rentier	1877
146. *Weber,* Dr. Hans, Arzt	1872
147. *Weber,* Dr. phil., Apotheker	1888
148. *Weingart,* J. Sekundarlehrer	1875
149. *Werder,* D., Sekr. der eidg. Telegraphen-Direktion	1876
150. *v. Werdt,* von Toffen, Grossrath	1887
151. *Wolf,* Dr. R., Professor in Zürich	1839
152. *Wyss,* Dr. G., Buchdrucker	1887
153. * *Wyss,* R., Sekundarlehrer in Basel	1889
154. *Wyttenbach-Fischer,* Dr., Arzt	1872
155. *de Zehnder,* Marq., Ingenieur	1884
156. *Ziegler,* Dr. med. A., eidg. Oberfeldarzt	1859
157. *Zumstein,* Dr. med. J. J. in Marburg	1885
158. *Zwicky,* Lehrer am städt. Gymnasium	1856

Im Jahre 1889 ausgetreten:

Fueter, Paul, Apotheker in Burgdorf	1885
Haller, R. Friedrich, Buchdrucker	1871
Seiler, F., Apotheker	1887

Im Jahre 1889 verstorben:

Curchod, internationaler Telegraphen-Direktor	1878
Marti, Dr. med. Ad., Arzt	1872
Perrenoud, Professor Dr. P., Staatsapotheker	1878
Scherz, Oberst J., Verwalter des Inselspitals	1873
Trächsel, Professor Dr.	1857
Zgraggen, Dr., Arzt in Köniz	1868

Correspondirende Mitglieder:

1. *Biermer,* Dr., Professor in Breslau	1861
2. *Custer,* Dr., in Aarau	1850
3. *Flesch,* Dr. M., Arzt in Frankfurt	1882
4. *Flückiger,* Dr. Professor, Strassburg	1853
5. *Gasser,* Dr. E., Professor der Anatomie in Marburg	1884

		Eintritts-Jahr.
6.	*Gelpke,* Otto, Ingenieur in Luzern	1867
7.	*Graf,* Lehrer in St. Gallen	1858
8.	*Grützner,* Dr. A., Professor in Tübingen	1881
9.	*Hiepe,* Dr. Wilhelm, in Birmingham	1874
10.	*Imfeld,* Xaver, Topograph in Hottingen	1880
11.	*Krebs,* Gymnasiallehrer in Winterthur	1864
12.	*Landolf,* Dr., in Chili	1881
13.	*Lang,* Dr. A., Professor, Zürich	1876
14.	*Leonhard,* Dr., Veterinär in Frankfurt	1870
15.	*Lichtheim,* Professor in Königsberg	1881
16.	*Lindt,* Dr. Otto, Apotheker in Aarau	1866
17.	*Metzdorf,* Dr. Professor der Vet.-Sch. in Proskau	1870
18.	*Mousson,* Dr., Professor der Physik in Zürich	1829
19.	*Petri,* Dr. Ed., Professor der Geographie in St. Petersburg	1883
20.	*Pütz,* Dr. H., Professor der Vet. Med., Halle a. S.	1870
21.	*Regelsperger,* Gust., in la Rochelle	1883
22.	*Rothenbach,* am Lehrerseminar in Küssnacht	1871
23.	*Rütimeyer,* Dr. L., Professor in Basel	1853
24.	*Schiff,* Dr. M., Professor in Genf	1856
25.	*Wälchli,* Dr. med. D. J., Buenos Ayres	1873
26.	*Wild,* Dr., Professor in St. Petersburg	1859

Auszug

aus der

Jahres-Rechnung der bernischen naturforschenden Gesellschaft

pro 1888.

Einnahmen.

An Jahresbeiträgen	Fr.	1,272. —
» Eintrittsgeldern	»	55. —
» verkauften Mittheilungen	»	32. 95
» Zinsen	»	25. 10
Beitrag der Regierung an die Kropfkarte	»	450. —
	Fr.	1,835. 05

Ausgaben.

Passiv-Saldo letzter Rechnung	Fr.	55. 57
Mittheilungen	»	1,399. 30
Sitzungen	»	245. 60
Bibliothek	»	76. 25
Verschiedenes	»	31. 07
Reservefond, I. Einlage	»	27. 26
	Fr.	1,835. 05

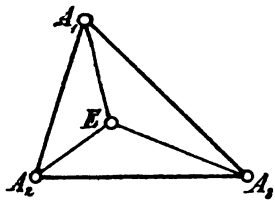
Dr. Albert Leuch.

Erzeugung und Untersuchung einiger ebenen Curven höherer Ordnung.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 14. Januar 1888.)

Ein in Bezug auf das Fundamentaldreieck $A_1 A_2 A_3$ *) in dessen Ebene beliebig gelegener Kegelschnitt p wird durch Anwendung der allgemeinsten birationalen quadratischen Transformation (Inversion, im weitern Sinne aufgefasst) **) zu einer Curve vierter Ordnung p′ mit drei Doppelpunkten in den Fundamentalpunkten. Den Tangenten von p entsprechen Kegelschnitte, welche dem Fundamentaldreieck umschrieben sind und die Curve p′ berühren. Bringt man nun alle diese Kegelschnitte mit ihren zugehörigen, den Kegelschnitt p umhüllenden Geraden zum Schnitt, so wird eine höhere ebene Curve erzeugt als Ort der Schnittpunkte der Tangenten von p mit ihren correspondirenden Kegelschnitten.

Die vorliegende Arbeit soll sich mit der Untersuchung dieser Curve beschäftigen. †)



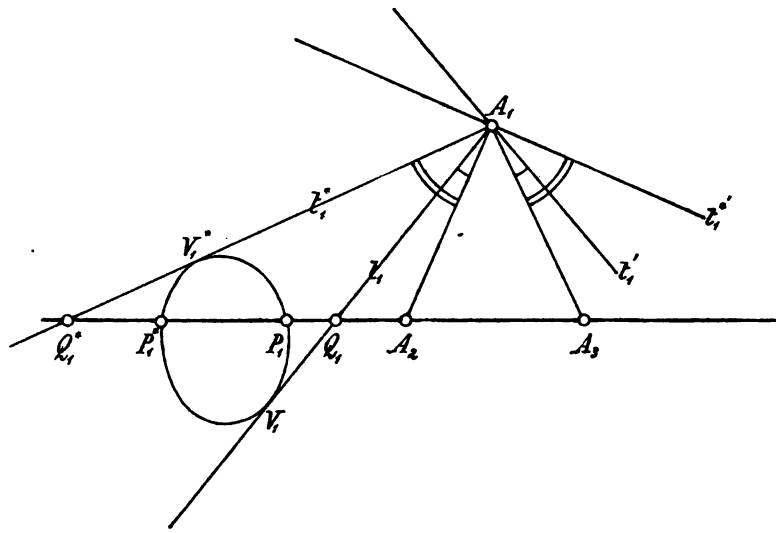
Jede Tangente des Kegelschnittes p liefert zwei Curvenpunkte, die zu einander invers sind oder einander entsprechen; daraus geht hervor, dass einem beliebigen Punkte der Curve stets wieder ein Punkt derselben entspricht. Die Curve muss sich daher selbst

*) A_1, A_2, A_3 sind die Fundamentalpunkte, A_1A_2, A_1A_3, A_2A_3 die Fundamentallinien oder Axen eines ebenen Coordinatensystems; sein Einheitpunkt E werde in den Mittelpunkt des dem Fundamentaldreieck $A_1 A_2 A_3$ eingeschriebenen Kreises gelegt, so dass unter den trimetrischen Coordinaten x_1, x_2, x_3 eines Punktes der Ebene speziell Dreilinien-Coordinaten zu verstehen sind.

**) Vergl. Salmon-Fiedler, Höhere ebene Curven. Art. 284.

†) In anderer Ausdrucksform lautet das zu behandelnde Problem: Eine bewegliche Gerade g berühre einen festen Kegelschnitt p, man bestimme und untersuche den Ort der Schnittpunkte der beweglichen Geraden mit ihrem entsprechenden (inversen) Kegelschnitt g′.

entsprechen und zwar in der Weise, dass je zwei entsprechende Punkte auf einer Tangente des Kegelschnittes p liegen; die Inverse oder Transformirte unserer Curve ist also identisch mit der Original-Curve. — Die durch die Fundamentalpunkte gehenden Tangenten von p, denen Kegelschnitte entsprechen, welche in Linienpaare zerfallen, liefern ebenfalls je zwei Curvenpunkte. Von A_1 aus gehen an den Kegelschnitt p die beiden Tangenten t_1 und t_1^*; der Geraden t_1 entspricht ein Kegelschnitt, welcher in das Linienpaar $A_2 A_3$, t_1' zerfällt, wobei t_1' denjenigen durch A_1 gehenden Strahl bedeutet, der mit $A_1 A_3$ denselben Winkel bildet wie t_1 mit $A_1 A_2$, oder es ist t_1' der sogenannte inverse Strahl zu t_1. Die Schnittpunkte A_1 und Q_1 von t_1 mit



t_1' respective $A_2 A_3$ gehören daher der Curve an. Die Tangente t_1^* gibt die Curvenpunkte A_1 und Q_1^* als Schnittpunkte von t_1^* mit seinem inversen Strahle $t_1^{*'}$ und der Fundamentallinie $A_2 A_3$ oder $x_1 = 0$. Der Fundamentalpunkt A_1 zählt also für zwei Punkte, die Curve geht zwei Mal durch ihn hindurch oder A_1 ist ein Doppelpunkt der Curve. Analog verhält es sich mit den Fundamentalpunkten A_2 und A_3.

Die Fundamentallinie $A_2 A_3$ oder $x_1 = 0$ kann nur die Doppelpunkte A_2, A_3, welche vier Punkte repräsentiren und die beiden Punkte Q_1 und Q_1^* mit der Curve gemein haben; denn angenommen, es existirte ein weiterer Schnittpunkt R, so müsste sein entsprechender Punkt R' auf einer p-Tangente aus R liegen, auf t_R oder t_R^*, welche reell wären, da R, wie alle Curvenpunkte, nicht im Innern von p sich

befinden könnte. Nun entspricht aber dem Punkte R, wie jedem Punkte der Fundamentallinie $x_1 = 0$, der Fundamentalpunkt A_1, folglich kann RR' keine p-Tangente sein und somit R unmöglich der Curve angehören. Die Curve lässt also mit $x_1 = 0$ höchstens sechs Schnittpunkte zu; ebenso schneidet jede der Fundamentallinien $x_2 = 0$, $x_3 = 0$ die Curve in sechs Punkten, worin allfällige imaginäre Schnittpunkte inbegriffen sind. Unsere Curve wird daher von der sechsten Ordnung sein müssen, was auch durch die folgende Betrachtung bestätigt wird.

Wenn μ die Ordnungszahl einer Original-Curve ist, dann ist die Ordnungszahl ihrer Transformirten im Allgemeinen $2\,\mu$. Geht aber die Original-Curve, wie unsere zu untersuchende Curve, zwei Mal durch jeden der Fundamentalpunkte, so wird die Transformirte oder Inverse von der Ordnung $2\,\mu - 6$, weil sich die Fundamentallinien, jede doppelt gezählt, absondern und daher nicht zur Inversen gerechnet werden können. Nun soll die Inverse identisch sein mit der Original Curve, somit ist

$$2\,\mu - 6 = \mu, \quad \text{woraus folgt:}$$
$$\mu = 6.$$

Die Tangenten der Curve sechster Ordnung C_6 (wie sie im Folgenden stets bezeichnet werden soll) im Doppelpunkt A_1 sind die Inversen von t_1 und t_1^*, also t_1' und $t_1^{*\prime}$. Dem Schnittpunkt Q_1 der C_6 mit $A_2 A_3$ entspricht nämlich ein dem Punkte A_1 unendlich naher Punkt Q_1' in bestimmter Richtung von A_1 aus, nämlich so, dass wie im Allgemeinen die Strahlen $A_1 Q_1$, $A_1 Q_1'$ mit $A_1 A_2$ resp. $A_1 A_3$ gleiche Winkel einschliessen, d. h. einander entsprechen; es ist somit $A_1 Q_1'$ oder t_1' eine Tangente der C_6 in A_1. Analog ist $t_1^{*\prime}$ die Tangente eines zweiten durch A_1 gehenden Astes der C_6 in A_1.

Die Tangenten im Doppelpunkt A_1 sind gleichzeitig Tangenten der Curve vierter Ordnung p' und zwar ausser den Tangenten in A_1 die einzigen, welche von A_1 aus an p' gehen; sie berühren die C_4 in den Punkten V_1' und $V_1^{*\prime}$, welche beziehungsweise den Berührungspunkten V_1 und V_1^* von t_1 und t_1^* mit p entsprechen.

Die Tangenten von p' im Doppelpunkt A_1 sind bekanntlich die Inversen der Geraden, welche von A_1 nach den Schnittpunkten P_1, P_1^* der Curve p mit $A_2 A_3$ gehen; würden P_1 und P_1^* beziehungsweise mit Q_1 und Q_1^* zusammenfallen, so hätten p' und C_6 im gemeinschaftlichen Doppelpunkt A_1 die nämlichen Tangenten. In diesem Falle fielen aber auch die Berührungspunkte V_1 und V_1^* resp. mit Q_1 und

Q_1^* und daher V_1' und $V_1^{*'}$ mit A_1 zusammen, so dass die Tangenten der C_6 in A_1 die einzigen von A_1 aus an p' gehenden Tangenten wären.*)

Im Falle der Realität der Tangenten t_1 und t_1^*, also wenn A_1 ausserhalb des Kegelschnittes p liegt, ist A_1 ein Knotenpunkt der C_6. Liegt A_1 im Innern von p, so sind die Tangenten im Doppelpunkt A_1 imaginär, d. h. A_1 ist ein isolirter Punkt. Befindet sich A_1 auf dem Kegelschnitt p, dann fallen die Tangenten in A_1 zusammen, d. h. A_1 wird zur Spitze; die zugehörige Rückkehrtangente t_1' ist die Inverse der Tangente t_1 des Kegelschnittes p in A_1. Im Schnittpunkte der letztern mit $x_1 = 0$ fallen Q_1 und Q_1^* zusammen und in diesem Punkte wird daher die C_6 von der Fundamentallinie $x_1 = 0$ berührt. — Analoges gilt für die übrigen Doppelpunkte A_2 und A_3; die Tangenten der C_6 in denselben sind die Inversen der respectiven Tangenten, welche von A_2 und A_3 aus an den Kegelschnitt p gelegt werden können.

Da die C_6 sich selbst entspricht, so muss sie auch durch die vier sich selbst entsprechenden Punkte der Ebene, die Centra E, E_1, E_2, E_3 der dem Fundamentaldreiseit eingeschriebenen Kreise, hindurchgehen. Es seien t_E und t_E^* die beiden von E aus an p gehenden Tangenten, dann entspricht der Geraden t_E ein durch A_1, A_2, A_3 gehender Kegelschnitt, welcher t_E in E berührt; die beiden Punkte der C_6, welche t_E liefert, fallen also in E zusammen, woraus folgt, dass t_E eine Tangente der C_6 in E ist. Ebenso ist t_E^* eine Tangente der C_6 im sich selbst entsprechenden Punkte E; letzterer ist daher ein Punkt, durch welchen zwei verschiedene Aeste der Curve gehen, d. h. ein Doppelpunkt der C_6, und die Tangenten in demselben sind die von E aus an den Kegelschnitt p gehenden Tangenten t_E und t_E^*. E ist ein Knotenpunkt oder ein isolirter Punkt der C_6, je nachdem er ausserhalb oder innerhalb des Kegelschnittes p liegt. Geht p durch E, dann wird E ein Berührungsknoten der C_6, d. h. durch E gehen zwei Aeste der Curve, welche sich in E berühren; die gemeinschaftliche Tangente hat, wie später für einige spezielle Curven auch analytisch nachgewiesen wird, in E vier zusammenfallende Punkte mit der C_6 gemein. Der Punkt E vertritt die Stelle von zwei Durchschnittspunkten der beiden sich in ihm berührenden Aeste, d. h. von zwei Doppelpunkten der C_6; derselbe kann als Vereinigung zweier Knotenpunkte angesehen werden. Im Berührungsknoten berühren sich die vier Curven p, p', C_6 und der Kegelschnitt t_E'.

---

*) Weiteres hierüber folgt im zweiten, spezielleren Theile dieser Schrift.

Dasselbe gilt für die Punkte E_1, E_2 und E_3. — Die C_6 kann nicht mehr als die sieben Doppelpunkte A_1, A_2, A_3, E, E_1, E_2, E_3 besitzen, denn gesetzt, es würde noch irgend ein Doppelpunkt D existiren, so müsste sein inverser Punkt D′ ebenfalls ein Doppelpunkt der C_6 sein und die Gerade DD′ hätte alsdann mehr als sechs Punkte mit der C_6 gemein.

Im allgemeinsten Falle (bei der allgemeinsten Lage von p gegenüber dem Fundamentaldreieck) besitzt daher die C_6 sieben Doppelpunkte und keine Spitzen und hat somit die folgenden Plücker'schen Charaktere:

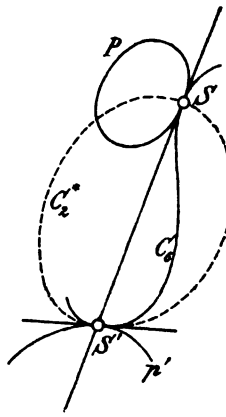
Ordnungszahl $\mu = 6$, Zahl der Doppelpunkte $\delta = 7$,
Zahl der Spitzen $\varkappa = 0$,
Klassenzahl $\nu = \mu\,(\mu - 1) - 2\,\delta - 3\,\varkappa = 16$,
Zahl der Inflexionstangenten $\iota = 3\,\mu\,(\mu - 2) - 6\,\delta - 8\,\varkappa = 30$,
« « Doppeltangenten $\tau = \frac{1}{2}\cdot\left[(\nu-\mu)(\nu+\mu-9)+2\,\delta\right] = 72$.

Enthält p einen der Punkte E, dann ist für die C_6 $\delta = 8$.
« « zwei « « « « « « « « « $\delta = 9$.
« « drei « « « « « « « « « $\delta = 10$.
« « sämmtliche vier « « « « « « « « $\delta = 11$.

Da 10 die Maximalzahl der Doppelpunkte einer Curve sechster Ordnung ist, so müsste letztere nothwendigerweise zerfallen, wenn p durch alle vier Punkte E ginge.

Da die C_6 zu sich selbst invers ist, so entspricht einem gemeinsamen Punkte von p und C_6 ein gemeinsamer Punkt von p′ und C_6. p′ und C_6 schneiden sich in $4 \times 6 = 24$ Punkten, unter denen sich die Fundamentalpunkte, und zwar jeder vierfach gezählt, befinden. Sieht man daher von den zwölf letzteren ab, so bleiben zwölf gemeinsame Punkte von p′ und C_6 übrig, welche die Inversen zu den zwölf gemeinsamen Punkten von p und C_6 repräsentiren. Nun können niemals Punkte der C_6 innerhalb p liegen; ist daher S ein gemeinsamer Punkt von p und C_6, so kann in S die C_6 den Kegelschnitt p nicht schneiden, muss ihn also berühren und in Folge dessen berührt C_6 die Curve p′ in S′, dem Inversen zu S. Von den zwölf gemeinsamen Punkten der C_6 und p müssen also je zwei zusammenfallen, so dass demnach p von der C_6 sechs Mal und ebenso oft p′ von der C_6 berührt wird. Die Gerade SS′ ist die Tangente an p in S, ihr correspondirender Kegelschnitt C_2^* geht durch S und S′ und berührt die Curve p′ in S′; C_2^*

und p′ haben also in S′ die nämliche Tangente, welche im Allgemeinen nicht mit SS′ zusammenfallen wird. Da eine Gerade g nur dann ihren entsprechenden Kegelschnitt g′ berühren kann, wenn g und folglich auch g′ durch E_i ($i = 0, 1, 2, 3$) gehen, so wird auch SS′ nur dann ihren entsprechenden Kegelschnitt C_2^* berühren, wenn S und mithin auch S′ mit E_i zusammenfallen; in letzterem Falle ist dann SS′ eine gemeinschaftliche Tangente von p und p′ (auch von C_2^* und C_6) mit dem gemeinschaftlichen Berührungspunkt E_i. Im Allgemeinen wird demnach SS′ keine gemeinschaftliche Tangente sein.



Es gibt nun sechs Punkte S und, da jeder einen einzigen entsprechenden S′ auf C_6 hat, auch sechs Linien SS′. Diese Linien sind solche Tangenten von p, deren entsprechende Kegelschnitte sie in ihren Berührungspunkten S schneiden und gleichzeitig p′ und C_6 in den Punkten S′ berühren.

Den zwölf gemeinschaftlichen Tangenten von p und p′ †) entsprechen Kegelschnitte, welche p′ und p gleichzeitig berühren.

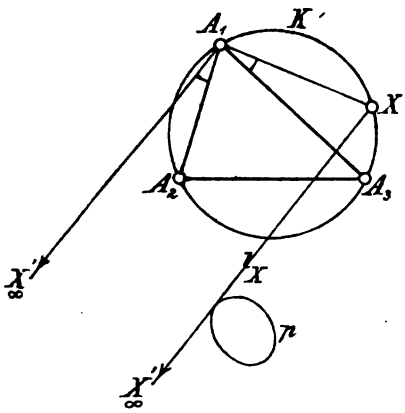
Die C_6 schneidet den dem Fundamentaldreieck umschriebenen Kreis K in zwölf Punkten, unter denen die Fundamentalpunkte sich befinden, und zwar jeder zwei Schnittpunkte repräsentirend. Ausser A_1, A_2, A_3 existiren also noch sechs Schnittpunkte von K und C_6; ihre Inversen, welche auch der C_6 angehören, sind unendlich fern, sie stellen daher die sechs unendlich fernen Punkte der C_6 vor. Ist X ein solcher Schnittpunkt von C_6 und K, so gibt diejenige von X aus an p gehende Tangente, welche parallel zur Inversen von A_1X *) ist, die Richtung $X\overset{\infty}{X}'$ nach dem unendlich fernen Punkt X' an. $X\overset{\infty}{X}'$ ist eine p-Tangente, welche ihren entsprechenden Kegelschnitt in X u. X' schneidet; der Kegelschnitt wird also eine Hyperbel und die Gerade $X\overset{\infty}{X}'$ eine Parallele zu einer ihrer Asymptoten sein, oder er ist eine Parabel und $X\overset{\infty}{X}'$ eine Parallele zu ihrer Axe; dieser letztere Fall tritt nur dann ein, wenn XX′ zugleich eine Tangente des Kreises K und zwar diejenige im Punkte X ist. Der unendlich ferne Punkt X′ der C_6 ist

†) p ist von der zweiten, p′ von der sechsten Klasse.

*) oder A_2X, oder A_3X.

ein unendlich ferner Punkt der Hyperbel, respective der unendlich ferne Punkt der Parabel, welche der Geraden XX′ entspricht. Die Tangente der C_6 in $\overset{\infty}{X}'$, also eine Asymptote der C_6, ist parallel $\overset{\infty}{XX}'$, also parallel der zu X′ gehörigen Asymptote der Hyperbel, respective parallel zur Axe der Parabel, welche XX′ entspricht. Würde XX′ zugleich die C_6 in X berühren, so hätten die Hyperbel und C_6 eine gemeinschaftliche Asymptote; im andern Falle, in welchem die Inverse von XX′ eine Parabel ist, würden die Parabel und die C_6 sich im gemeinschaftlichen unendlich fernen Punkt $\overset{\infty}{X}'$ berühren, d. h. die unendlich ferne Gerade wäre die Tangente der C_6 in $\overset{\infty}{X}'$.

Wenn der Inverse $\overset{\infty}{X}'$ eines Schnittpunktes X einer p-Tangente t_X mit dem Kreise K auf t_X liegt, dann ist $\overset{\infty}{X}'$ ein unendlich ferner Punkt der C_6 und t_X gibt die Richtung nach demselben an. Es gibt sechs solche Tangenten t_X, von denen je zwei imaginär sein können.



Jedes Mal, wenn der Kegelschnitt p eine der sechs Seiten des vollständigen Vierecks E E_1 E_2 E_3 berührt, vermindert sich die Ordnungszahl der C_6 um eine Einheit; denn ist z. B. die Linie E_2 E_3 oder $x_2 + x_3 = 0$ eine Tangente von p, dann gehören alle Punkte dieser Linie, da sie sich selbst entspricht, der C_6 an, es sondert sich daher $x_2 + x_3 = 0$ als Theil ab und der Rest ist eine Curve fünfter Ordnung. Es können höchstens vier der Linien $E_i E_k$, von denen keine drei durch einen Punkt gehen, von p berührt werden; tritt dieser Fall ein, so reduzirt sich die C_6 auf eine C_2, welche in ein Linienpaar zerfällt. Ist beispielsweise p eine Ellipse, welche die Linien $x_2 \pm x_3 = 0$ und $x_1 \pm x_3 = 0$ zu Tangenten hat, dann zerfällt C_6 in diese vier Linien und eine C_2 mit dem Doppelpunkt A_3, also ein Linienpaar durch A_3 und zwar ist es das Paar der von A_3 aus an die Ellipse p gehenden Tangenten; letztere sind zu einander invers. Bezeichnen t_3 und t_3' diese beiden Tangenten, so bilden die übrigen Tangenten des Kegelschnittes p auf t_3 und t_3' zwei projektivische Punktreihen, deren Erzeugniss, d. h. die Enveloppe der Verbindungslinien entsprechender Punkte beider Reihen, der Kegelschnitt p ist.

Die Konstruktion der C_6 ist sehr einfach, man hat nur mehrmals die Schnittpunkte einer Geraden mit einem durch fünf Elemente bestimmten Kegelschnitt zu bestimmen. Von jedem einer p-Tangente entsprechenden Kegelschnitt kennt man die Tangenten in den Fundamentalpunkten. Bezeichnen nämlich B_1, B_2, B_3 die Schnittpunkte irgend einer p-Tangente t mit den Fundamentallinien $x_1 = 0$, $x_2 = 0$, $x_3 = 0$, so sind die Inversen zu A_1B_1, A_2B_2, A_3B_3 die respectiven Tangenten des Kegelschnittes t′ in den Fundamentalpunkten A_1, A_2, A_3. Zur Konstruktion der gemeinsamen Punkte von t und t′ genügen für t′ die Punkte A_1, A_2, A_3 und die Tangenten in zwei derselben.

Unter den den p-Tangenten entsprechenden Kegelschnitten gibt es im Allgemeinen sechs Linienpaare, dieselben sind reell, wenn p die Fundamentalpunkte ausschliesst, — Ellipsen und Hyperbeln, erstere entsprechen den p-Tangenten, welche den Kreis K nicht schneiden, letztere sind die Inversen der den Kreis K schneidenden p-Tangenten, — vier Parabeln, dieselben entsprechen den gemeinschaftlichen Tangenten von p und K, — zwei gleichseitige Hyperbeln, wenn der Mittelpunkt M des Kreises K ausserhalb p liegt*) — endlich auch einen Kreis, wenn p eine Parabel ist; in diesem Falle ist die unendlich ferne Gerade eine p-Tangente, ihr entsprechender Kegelschnitt der Kreis K und die C_6 enthält in Folge dessen die unendlich fernen imaginären Kreispunkte. Es ergibt sich hieraus, dass die Zahl der reellen unendlich fernen Punkte der C_6 von der Lage des Kegelschnittes p in Bezug auf den Kreis K abhängig ist. So wird z. B. die C_6 keine reellen unendlich fernen Punkte haben, wenn p den Kreis K einschliesst, weil in diesem Falle den p-Tangenten nur Ellipsen**) entsprechen können.

Um zur Gleichung der Curve sechster Ordnung in Punktcoordinaten zu gelangen, ermitteln wir zunächst die Coordinaten (besser gesagt: die Verhältnisse der Coordinaten) eines beliebigen Punktes P_λ, welcher dem Kegelschnitt p angehört; dieselben werden Funktionen

---

*) Dem Strahlenbüschel mit dem Scheitel M entspricht das Kegelschnittbüschel mit den Grundpunkten A_1, A_2, A_3, H, wo H den Höhenschnittpunkt des Dreiecks $A_1A_2A_3$ bezeichnet. Die Kegelschnitte dieses Büschels sind sämmtlich gleichseitige Hyperbeln. Durch Anwendung der Inversion (im weiteren Sinne) ist daher der Beweis des Satzes, dass jede einem Dreieck umschriebene gleichseitige Hyperbel durch den Höhenpunkt desselben geht, ausserordentlich einfach.

**) Unter diesen befindet sich auch der Kreis K, wenn p eine Parabel ist.

eines variablen Parameters λ sein. Alsdann stellt man die Gleichung der p-Tangente t_λ im Punkte P_λ auf und ersetzt hierin die Variablen x_1, x_2, x_3 durch ihre reciproken Werthe, um die Gleichung des Kegelschnittes t_λ' zu erhalten, welcher der Tangente t_λ entspricht. Eliminirt man nun zwischen den beiden Gleichungen für t_λ und t_λ' den in den Coëfficienten derselben auftretenden Parameter λ, so ergibt sich eine Gleichung, welcher die Coordinaten der Schnittpunkte sämmtlicher p-Tangenten mit ihren entsprechenden Kegelschnitten genügen, also die Gleichung unserer C_6. *)

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen gehen wir nun über zur Untersuchung einiger Curven sechster Ordnung, die sich ergeben, wenn der Kegelschnitt p spezielle Lagen gegenüber dem Fundamentaldreieck annimmt.

I. Der feste Kegelschnitt p sei ein Kegelschnitt, für welchen das Fundamentaldreieck ein Tripel harmonischer Pole ist.

Ein Kegelschnitt, bezogen auf ein Tripel harmonischer Pole, hat die Gleichung

p) . . . . . $a_1 x_1^2 + a_2 x_2^2 - a_3 x_3^2 = 0.$

Bezeichnen a_1, a_2, a_3 positive Zahlen, dann liegt der Fundamentalpunkt A_3 innerhalb, A_1 und A_2 dagegen liegen ausserhalb des Kegelschnittes p. Die Fundamentallinien sind die Polaren der Gegenecken in Bezug auf p.

Die Inverse p′ von p hat die Gleichung

p′) . . . $a_1 x_2^2 x_3^2 + a_2 x_1^2 x_3^2 - a_3 x_1^2 x_2^2 = 0$;

sie ist eine Curve vierter Ordnung und sechster Klasse, welche in A_1 und A_2 doppelte Inflexionsknoten besitzt und für welche A_3 ein isolirter Punkt ist. Da die von A_1 aus an den Kegelschnitt p gehenden Tan-

*) Da zwei zu einander inverse Punkte der Ebene die Brennpunkte eines Kegelschnittes sind, welcher die Fundamentallinien berührt, so kann die nachgewiesene Curve sechster Ordnung auch betrachtet werden als Ort der Brennpunkte derjenigen die Fundamentallinien berührenden Kegelschnitte, deren Axen eine feste Curve zweiten Grades umhüllen.

genten denselben in seinen Schnittpunkten mit $x_1 = 0$ berühren, so sind die Inversen dieser Tangenten, d. h. die Tangenten der C_4 (p') im Doppelpunkt A_1 zugleich Inflexionstangenten und somit A_1 ein doppelter Inflexionsknoten. Diess wird durch Rechnung bestätigt, indem man zeigt, dass jede dieser Tangenten mit der C_4 in A_1 vier zusammenfallende Punkte (drei mit dem einen Aste, einen mit dem andern) gemein hat. Analoges findet für A_2 statt. p' hat zwei reelle, unendlich ferne Punkte, dieselben entsprechen den zwei Schnittpunkten von p mit dem Kreise K. Die Asymptoten der C_4 lassen sich, wie überhaupt sämmtliche Tangenten derselben, leicht konstruiren; bezeichnet X einen gemeinsamen Punkt von p und K, so hat man nur zu berücksichtigen, dass der Tangente im Punkte $\overset{\infty}{X}'$ oder einer Asymptote der C_4 derjenige Kegelschnitt entspricht, welcher durch A_1, A_2, A_3, X geht und den Kegelschnitt p in X berührt.

Um nun die Gleichung der C_6, welche im vorliegenden Falle entsteht, abzuleiten, suchen wir zunächst die Coordinaten eines beliebigen Punktes von p und bestimmen die Gleichung der Tangente von p in diesem Punkt. Wir legen zu diesem Zwecke durch A_1 einen beliebigen Strahl

$$\frac{x_2}{x_3} = \lambda ;$$

derselbe schneidet p in zwei Punkten, für welche man hat:

$$a_1\left(\frac{x_1}{x_3}\right)^2 + a_2\cdot\left(\frac{x_2}{x_3}\right)^2 - a_3 = 0 \quad \text{und} \quad \frac{x_2}{x_3} = \lambda .$$

Daraus folgt:

$$\frac{x_1}{x_3} = \pm\sqrt{\frac{a_3 - a_2\lambda^2}{a_1}} .$$

Berücksichtigen wir nur das pos. Zeichen der Wurzel, so haben wir für die Coordinaten eines Punktes P_λ auf p:

$$P_\lambda) \quad . \quad . \quad . \quad x_1 : x_2 : x_3 = \sqrt{\frac{a_3 - a_2\lambda^2}{a_1}} : \lambda : 1 .$$

Bezeichnet F die linke Seite der Gleichung von p, so haben die ersten partiellen Differentialquotienten von F in Bezug auf x_1, x_2, x_3 die Werthe:

$$F_1 = 2a_1x_1 \; ; \; F_2 = 2a_2x_2 \; ; \; F_3 = -2a_3x_3 \; ;$$

demnach lautet die Gleichung der Tangente von p in P_λ:

$$(F_1)_\lambda \cdot x_1 + (F_2)_\lambda \cdot x_2 + (F_3)_\lambda \cdot x_3 = 0 \quad \text{oder}$$

$$t_\lambda) \quad . \quad . \quad \sqrt{a_1(a_3 - a_2\lambda^2)} \cdot x_1 + a_2\lambda x_2 - a_3x_3 = 0 .$$

Der Tangente t_λ entspricht der Kegelschnitt

t_λ') $\sqrt{a_1\,(a_3 - a_2\,\lambda^2)}\,.\,x_2x_3 + a_2\lambda x_1x_3 - a_3x_1x_2 = 0\,.$

Betrachtet man λ als einen variablen Parameter, so repräsentirt die Gleichung für t_λ sämmtliche geraden Linien, welche p umhüllen und die Gleichung von t_λ' sämmtliche Kegelschnitte, welche dem Fundamentaldreieck umschrieben sind und die Curve p′ berühren. Eliminirt man endlich zwischen diesen beiden Gleichungen den Parameter λ, so erhält man die Gleichung des Ortes der Schnittpunkte aller Geraden t_λ mit ihren inversen Kegelschnitten. Durch Elimination der Anfangsglieder folgt zunächst:

$$\lambda a_2(x_1^2 - x_2^2)\,.\,x_3 = a_3x_2\,(x_1^2 - x_3^2)$$

$$\lambda = \frac{a_3x_2(x_1^2 - x_3^2)}{a_2x_3(x_1^2 - x_2^2)}\,.$$

Setzt man diesen Werth von λ in die quadrirte Gleichung von t_λ $a_1(a_3 - a_2\lambda^2)\,.\,x_1^2 = (a_3x_3 - a_2\lambda x_2)^2$ ein, so ergibt sich:

$$a_1\,.\left[a_3 - \frac{a_3^2x_2^2(x_1^2 - x_3^2)^2}{a_2x_3^2(x_1^2 - x_2^2)^2}\right].\,x_1^2 = \left[a_3x_3 - \frac{a_3x_2^2(x_1^2 - x_3^2}{x_3(x_1^2 - x_2^2)}\right]^2$$

oder nach gehöriger Reduktion

C_6) I.) $a_2a_3x_1^2\,.\,(x_2^2 - x_3^2)^2 + a_3a_1x_2^2(x_3^2 - x_1^2)^2 - a_1a_2x_3^2(x_1^2 - x_2^2)^2 = 0,$

welche Gleichung unsere C_6 repräsentirt.

Zur Untersuchung der C_6 übergehend, bestimmen wir zuerst ihre Schnittpunkte mit den Coordinatenaxen. Substituiren wir in (I) $x_1 = 0$, so kommt

$$x_2^2x_3^2(a_3x_3^2 - a_2x_2^2) = 0\,,\ \text{woraus folgt}$$

$x_2^2 = 0\,,\ x_3^2 = 0\,,\ \sqrt{a_2}\,.\,x_2 + \sqrt{a_3}\,.\,x_3 = 0\,,\ \sqrt{a_2}\,.\,x_2 - \sqrt{a_3}\,.\,x_3 = 0,$

d. h. die Schnittpunkte der Fundamentallinie $x_1 = 0$ mit der C_6 sind die Doppelpunkte A_2 und A_3 und die Punkte, in denen $x_1 = 0$ den Kegelschnitt p schneidet; die letztern fallen zusammen mit den Punkten Q_1 und Q_1^*, in welchen die von A_1 aus an den Kegelschnitt p gehenden Tangenten die Fundamentallinie $x_1 = 0$ schneiden. Die zwei letzten Gleichungen stellen die p-Tangenten A_1Q_1 und $A_1Q_1^*$ vor. (Tafel I.)

Analog ergiebt sich, dass $A_1\begin{pmatrix}x_2 = 0\\ x_3 = 0\end{pmatrix}$ ein Doppelpunkt und

$$Q_2\left(\begin{matrix}x_2 = 0\\ \sqrt{a_1}\,.\,x_1 + \sqrt{a_3}\,.\,x_3 = 0\end{matrix}\right)\,,\ Q_2^*\left(\begin{matrix}x_2 = 0\\ \sqrt{a_1}\,.\,x_1 - \sqrt{a_3}\,.\,x_3 = 0\end{matrix}\right)$$

$$Q_3\left(\begin{matrix}x_3 = 0\\ \sqrt{a_1}\,.\,x_1 + i\sqrt{a_2}\,.\,x_2 = 0\end{matrix}\right)\,,\ Q_3^*\left(\begin{matrix}x_3 = 0\\ \sqrt{a_1}\,.\,x_1 - i\sqrt{a_2}\,.\,x_2 = 0\end{matrix}\right)$$

einfache Punkte der C_6 sind. Q_2, Q_2^* sind die Schnittpunkte von $x_2 = 0$ mit p oder mit den von A_2 ausgehenden p-Tangenten, und Q_3, Q_3^*, welche imaginär sind, stellen die Schnittpunkte von $x_3 = 0$ mit p oder mit den von A_3 ausgehenden p-Tangenten vor.

Die Gleichung (I) ist ferner erfüllt für die Coordinaten der Punkte E, E_1, E_2, E_3; diese Punkte ergeben sich als Schnittpunkte der C_6 mit den sechs Geraden

$$x_2 \pm x_3 = 0 \ , \ x_1 \pm x_3 = 0 \ , \ x_1 \pm x_2 = 0.$$

Substituiren wir in (I) $x_2 \pm x_3 = 0$, so folgt:

$$a_3 x_3^2 (x_3^2 - x_1^2)^2 - a_2 x_3^2 (x_1^2 - x_3^2)^2 = 0 \quad \text{oder}$$

$$x_3^2 (x_1^2 - x_3^2)^2 = 0 \quad \text{und daraus}$$

$x_3^2 = 0$, $(x_1 + x_3)^2 = 0$, $(x_1 - x_3)^2 = 0$. Diese Gleichungen drücken aus, dass die Schnittpunkte A_1, E, E_1, E_2, E_3 der Linien $x_2 - x_3 = 0$, $x_2 + x_3 = 0$ mit der C_6 Doppelpunkte der letztern sind.

Um die Tangenten der C_6 in den bekannten Punkten zu bestimmen resp. ihre Gleichungen aufzustellen, sind die Differentialquotienten der Funktion u *) nach x_1, x_2, x_3 erforderlich. Es ist

$$u_1 = 2a_2a_3x_1(x_2^2 - x_3^2)^2 - 4a_3a_1x_2^2(x_3^2 - x_1^2)x_1 - 4a_1a_2x_1x_3^2(x_1^2 - x_2^2)$$
$$u_2 = 4a_2a_3x_1^2x_2(x_2^2 - x_3^2) + 2a_3a_1x_2(x_3^2 - x_1^2)^2 + 4a_1a_2x_2x_3^2(x_1^2 - x_2^2)$$
$$u_3 = -4a_2a_3x_1^2x_3(x_2^2 - x_3^2) + 4a_3a_1x_2^2x_3(x_3^2 - x_1^2) - 2a_1a_2x_3(x_1^2 - x_2^2)^2$$
$$u_{11} = 2a_2a_3(x_2^2 - x_3^2)^2 - 4a_3a_1x_2^2(x_3^2 - 3x_1^2) - 4a_1a_2x_3^2(3x_1^2 - x_2^2)$$
$$u_{12} = 8a_2a_3x_1x_2(x_2^2 - x_3^2) - 8a_3a_1x_1x_2(x_3^2 - x_1^2) + 8a_1a_2x_2x_3^2$$
$$u_{13} = -8a_2a_3x_1x_3(x_2^2 - x_3^2) - 8a_3a_1x_1x_2^2x_3 - 8a_1a_2x_1x_3(x_1^2 - x_2^2)$$
$$u_{22} = 4a_2a_3x_1^2(3x_2^2 - x_3^2) + 2a_3a_1(x_3^2 - x_1^2)^2 + 4a_1a_2x_3^2(x_1^2 - 3x_2^2)$$
$$u_{23} = -8a_2a_3x_1^2x_3 + 8a_3a_1x_2x_3(x_3^2 - x_1^2) + 8a_1a_2x_2x_3(x_1^2 - x_2^2)$$
$$u_{33} = -4a_2a_3x_1^2(x_2^2 - 3x_3^2) + 4a_3a_1x_2^2(3x_3^2 - x_1^2) - 2a_1a_2(x_1^2 - x_2^2)^2$$

Das Tangentenpaar in einem Doppelpunkte der Curve $u = 0$ wird nun repräsentirt durch die Gleichung

$u_{11}x_1^2 + u_{22}x_2^2 + u_{33}x_3^2 + 2u_{23}x_2x_3 + 2u_{13}x_1x_3 + 2u_{12}x_1x_2 = 0$, wenn x_1, x_2, x_3 die laufenden Coordinaten bedeuten und in die Ausdrücke für u_{11}, u_{22}, u_{33}, u_{23}, u_{13}, u_{12} die Coordinaten des Doppelpunktes substituirt werden.

Für den Doppelpunkt A_1 $\begin{pmatrix} x_2 = 0 \\ x_3 = 0 \end{pmatrix}$ ist

$$u_1 = 0 \ , \ u_2 = 0 \ , \ u_3 = 0$$
$$u_{11} = 0 \ , \ u_{12} = 0 \ , \ u_{13} = 0$$

*) $u = 0$ bedeutet die Gleichung der C_6.

$u_{22} = 2a_3a_1x_1^4$, $u_{23} = 0$, $u_{33} = -2a_1a_2x_1^4$; *) somit lautet die Gleichung des Tangentenpaares in A_1:

$$a_3x_2^2 - a_2x_3^2 = 0 \quad \text{oder}$$
$$(\sqrt{a_3}\,.\,x_2 + \sqrt{a_2}\,.\,x_3)\,.\,(\sqrt{a_3}\,.\,x_2 - \sqrt{a_2}\,.\,x_3) = 0\,.$$

Hieraus sieht man, dass die Tangenten im Doppelpunkt A_1 die resp. Inversen der p-Tangenten aus A_1 sind. Ganz dieselben Tangenten hat die Curve p′ im Doppelpunkt A_1, was auch schon aus dem Umstande folgt, dass A_1Q_1 und $A_1Q_1^*$ den Kegelschnitt p in Q_1 resp. Q_1^* berühren. — Um zu untersuchen, von welcher Art der Doppelpunkt A_1 ist, bestimmen wir die Schnittpunkte der Tangenten $a_3x_2^2 - a_2x_3^2 = 0$ mit der C_6. $x_2^2 = \frac{a_2}{a_3}x_3^2$ in (I) substituirt, gibt:

$$a_2a_3x_1^2\,.\left(\frac{a_2}{a_3}x_3^2 - x_3^2\right)^2 + a_1a_2a_3^2\left(x_3^2 - x_1^2\right)^2 - a_1a_2x_3^2\left(x_1^2 - \frac{a_2}{a_3}x_3^2\right)^2 = 0$$

$$\text{oder} \quad x_3^4\,.\left[(2a_1 + a_2 - a_3)\,x_1^2 - \frac{a_1(a_2 + a_3)}{a_3}\,.\,x_3^2\right] = 0.$$

$x_3^4 = 0$ sagt aus, dass in A_1 vier Schnittpunkte zusammenfallen; jede der Tangenten in A_1 hat also in A_1 vier zusammenfallende Punkte mit der C_6 gemein (mit einem Aste drei, mit dem andern einen), ist daher Inflexionstangente und der Punkt A_1 ein doppelter Inflexionsknoten, wie bei der Curve p′.

Für $A_2\begin{pmatrix} x_1 = 0 \\ x_3 = 0 \end{pmatrix}$ ist

$$u_{11} = 2a_2a_3x_2^4\,;\; u_{12} = 0\,;\; u_{13} = 0$$
$$u_{22} = 0 \quad ;\; u_{23} = 0\,;\; u_{33} = -2a_1a_2x_2^4\,.$$

Die Tangenten der C_6 im Doppelpunkt A_2 haben daher die Gleichungen

$$a_3x_1^2 - a_1x_3^2 = 0 \qquad \text{oder}$$
$$\sqrt{a_3}\,.\,x_1 + \sqrt{a_1}\,.\,x_3 = 0,\; \sqrt{a_3}\,.\,x_1 - \sqrt{a_1}\,.\,x_3 = 0\;;$$

dieselben stimmen überein mit den Gleichungen der Inversen der p-Tangenten aus A_2. Die Tangenten der C_6 in A_2 sind also identisch mit den Tangenten der C_4 in A_2; sie sind für beide Curven Inflexionstangenten und A_2 ist somit auch, wie A_1, ein doppelter Inflexionsknoten für p′ und C_6.

---

*) Hier bedeutet x_1 eine Constante, nämlich die erste Coordinate von A_1, also das zu A_2A_3 gehörige Höhenperpendikel des Dreiecks $A_1A_2A_3$, wenn der Radius des dem letztern eingeschriebenen Kreises gleich der Einheit ist.

Endlich erhält man für die Tangenten der C_6 im Doppelpunkt A_3:

$$a_2x_1^2 + a_1x_2^2 = 0 \qquad \text{oder}$$

$$\sqrt{a_3}\,.\,x_1 + i\sqrt{a_1}\,.\,x_2 = 0\,,\ \sqrt{a_2}\,.\,x_1 - i\sqrt{a_1}\,.\,x_2 = 0\,.$$

A_3 ist also ein Doppelpunkt mit imaginären Tangenten, d. h. ein isolirter Punkt der C_6.

Die Punkte E, E_1, E_2, E_3 sind, wie schon gezeigt worden, ebenfalls Doppelpunkte der C_6; diess wird dadurch bestätigt, dass für dieselben die Ausdrücke u_1, u_2, u_3 verschwinden. Ferner ist für $E\begin{pmatrix} x_1 = 1 \\ x_2 = 1 \\ x_3 = 1 \end{pmatrix}$:

$$u_{11} = 8a_1(a_3 - a_2)\ ;\ u_{12} = 8a_1a_2\ ;\ u_{13} = -8a_1a_3$$
$$u_{22} = 8a_2(a_3 - a_1)\ ;\ u_{23} = -8a_2a_3\ ;\ u_{33} = 8a_3(a_1 + a_2).$$

Das Tangentenpaar im Doppelpunkt E hat demnach die Gleichung

$$a_1(a_3 - a_2)\,.\,x_1^2 + a_2(a_3 - a_1)\,.\,x_2^2 + a_3(a_1 + a_2)\,.\,x_3^2$$
$$+ 2a_1a_2x_1x_2 - 2a_1a_3x_1x_3 - 2a_2a_3x_2x_3 = 0.$$

Dasselbe stimmt überein mit dem von E aus an den Kegelschnitt p gehenden Tangentenpaare, denn die Gleichung desselben lautet:

$$(a_1x_1^2 + a_2x_2^2 - a_3x_3^2)\,(a_1 + a_2 - a_3) = (a_1x_1 + a_2x_2 - a_3x_3)^2$$

oder

$$a_1(a_3 - a_2)x_1^2 + a_2(a_3 - a_1)x_2^2 + a_3(a_1 + a_2)x_3^2$$
$$+ 2a_1a_2x_1x_2 - 2a_1a_3x_1x_3 - 2a_2a_3x_2x_3 = 0.$$

Je nachdem E ausserhalb oder innerhalb des Kegelschnittes p liegt, sind die Tangenten in E reell oder imaginär und E ist daher ein Knotenpunkt oder ein isolirter Punkt der C_6.

Analog verhält es sich mit den Punkten E_1, E_2, E_3. Enthält der Kegelschnitt p einen der vier Punkte E, E_1, E_2, E_3, dann muss er alle enthalten, weil für sämmtliche vier Punkte $a_1 + a_2 - a_3 = 0$ sein muss; in diesem Falle ist p eine gleichseitige Hyperbel. Die Punkte E, E_1, E_2, E_3 liegen sämmtlich entweder ausserhalb oder innerhalb des Kegelschnittes p oder alle auf demselben und zwar

ausserhalb, wenn $a_3 < a_1 + a_2$
innerhalb, wenn $a_3 > a_1 + a_2$
auf p, wenn $a_3 = a_1 + a_2$.

Für die Punkte Q_1 und $Q_1{}^*$ ist $x_1 = 0$, $x_2^2 = \frac{a_3}{a_2}x_3^2$, daher $u_1 = 0$

$$u_2 = 2a_3a_1\sqrt{\frac{a_3}{a_2}}\,.\,x_3^5 - 4a_1a_3\sqrt{\frac{a_3}{a_2}}\,.\,x_3^5 = -2a_1a_3\sqrt{\frac{a_3}{a_2}}\,.\,x_3^5$$

$$u_3 = 4\frac{a_1a_3^2}{a_2}\,.\,x_3^5 - 2\frac{a_1a_3^2}{a_2}\,.\,x_3^5 = \frac{2a_1a_3^2}{a_2}x_3^5.$$

Die Tangenten in diesen Punkten haben daher die Gleichungen

$$\pm\sqrt{\frac{a_3}{a_2}}\cdot x_2 - \frac{a_3}{a_2}\cdot x_3 = 0 \qquad \text{oder}$$

$$\sqrt{a_2}\,.\,x_2 \pm \sqrt{a_3}\,.\,x_3 = 0\,, \qquad \text{also}$$

Gleichung von t_{Q_1} : $\sqrt{a_2}\,.\,x_2 + \sqrt{a_3}\,.\,x_3 = 0$

« « $t_{Q_1^*}$: $\sqrt{a_2}\,.\,x_2 - \sqrt{a_3}\,.\,x_3 = 0\,.$

Die Tangenten der C_6 in Q_1 und Q_1^* sind also identisch mit den p-Tangenten in jenen Punkten. †) Ebenso findet man, dass die von A_2 resp. A_3 ausgehenden p-Tangenten A_2Q_2, $A_2Q_2^*$; A_3Q_3, $A_3Q_3^*$ die Tangenten der C_6 in Q_2, Q_2^*; Q_3, Q_3^* sind; die zwei letzteren Tangenten sind natürlich, sowie ihre Berührungspunkte Q_3, Q_3^*, imaginär.

Die C_6 und der Kegelschnitt p berühren sich in den sechs Punkten Q (wovon zwei imaginär sind), und da sie im Allgemeinen nur zwölf gemeinsame Punkte haben können, so existiren keine weiteren gemeinsamen Punkte. Demnach werden auch die C_6 und p′ nur die Fundamentalpunkte A_1, A_2, A_3 gemein haben; in der That liefert in A_i jeder Ast der C_4 mit den beiden Aesten der C_6 $1 + 3 = 4$ Schnittpunkte, es zählt also jeder Fundamentalpunkt für acht Schnittpunkte, sämmtliche Schnittpunkte von p′ und C_6 liegen daher in den Fundamentalpunkten.

Da A_1Q_1, $A_1Q_1^*$; A_2Q_2, $A_2Q_2^*$ die C_6 in den resp. Punkten Q_1, Q_1^*; Q_2, Q_2^* berühren, so folgt, dass ihre Inversen, d. h. die Tangenten der C_6 in den Doppelpunkten A_1 und A_2 Inflexionstangenten sein müssen; dasselbe Resultat hat früher schon die Rechnung ergeben.

Die C_6 hat sechs unendlich ferne Punkte, von denen entweder vier reell und zwei imaginär oder gar keine reell sind. Die Curve besitzt vier reelle unendlich ferne Punkte und besteht daher aus vier ins Unendliche gehenden Zweigen (siehe Tafel 1, Fig. 1), wenn $a_3 < a_1 + a_2$, also sämmtliche E_i Knotenpunkte sind. Die C_6 schneidet den dem Fundamentaldreieck umschriebenen Kreis K ausser A_1, A_2, A_3 in vier Punkten X_1, Y_1, Z_1, W_1, denen die unendlich fernen Punkte der C_6 entsprechen. Die p-Tangenten X_1X_1', Y_1Y_1', Z_1Z_1', W_1W_1' geben die Richtungen an, nach welchen die C_6 ins Unendliche geht, und die zu ihnen parallelen Tangenten der C_6 in X_1', Y_1', Z_1', W_1'

†) Dieses Resultat liess sich erwarten, denn wenn die C_6 diejenigen Punkte enthält, in welchen $x_1 = 0$ den Kegelschnitt p schneidet, so muss in jenen Punkten p von C_6 berührt werden, da keine Punkte der C_6 im Innern von p liegen können.

sind die Asymptoten der Curve. X_1X_1', Y_1Y_1', Z_1Z_1', W_1W_1' sind die von X_1, Y_1, Z_1, W_1 aus an den Kegelschnitt p gehenden Tangenten, welche parallel zu den resp. Inversen von A_1X_1, A_1Y_1, A_1Z_1, A_1W_1 sind; sie stellen diejenigen p-Tangenten vor, welche sich mit ihren inversen Hyperbeln in je einem unendlich fernen Punkte schneiden, welche also parallel sind zu je einer Asymptote der ihnen entsprechenden Hyperbeln. — Die C_6 entspricht in der Weise sich selbst, dass

dem Stück $EA_1Z_1'E_1$ das Stück $EQ_1{}^*Z_1E_1$
« « $EA_2\overset{\infty}{W_1}'E_2$ « « $EQ_2{}^*W_1E_2$
« « $E_1A_2\overset{\infty}{Y_1}E_3$ « « $E_1Q_2Y_1'E_3$ und
« « $E_2A_1X_1E_3$ « « $E_2Q_1\overset{\infty}{X_1}'E_3$ entspricht.

Jeder der vier Zweige entspricht sich also selbst.

Von der C_6 liegen gar keine Punkte im Unendlichen, wenn $a_3 > a_1 + a_2$, also sämmtliche E isolirte Punkte sind (Tafel II, Fig. 1). Die C_6 besteht in diesem Falle aus zwei geschlossenen, mit doppeltem Inflexionsknoten versehenen Curven, von denen die eine in Q_1 und $Q_1{}^*$, die andere in Q_2 und $Q_2{}^*$ den Kegelschnitt p berührt. Dem Curvenstück $Q_1PA_2RQ_1{}^*$ entspricht das Stück $A_1P'Q_2R'A_1$ der andern Curve und dem Stück $Q_1{}^*TA_2Q_1$ entspricht $A_1T'Q_2{}^*A_1$.

In beiden Fällen sind die Plücker'schen Charaktere der C_6, wie im allgemeinsten Falle:

$$\mu = 6\,,\quad \nu = 16\,,\quad \delta = 7\,,\quad \varkappa = 0\,,\quad \iota = 30\,,\quad \tau = 72.$$

Wenn $a_2 = a_3$, dann wird der Kegelschnitt p (eine Hyperbel) von den Linien $x_2 - x_3 = 0$ und $x_2 + x_3 = 0$ in ihren Schnittpunkten mit $x_1 = 0$ berührt, es müssen daher A_1E_1 und A_1E_2 der C_6 als Theile angehören. Die Gleichungen von p und C_6 lauten:

p) . . . . . $a_1x_1{}^2 + a_3(x_2{}^2 - x_3{}^2) = 0$

C_6) . $a_3x_1{}^2(x_2{}^2 - x_3{}^2)^2 + a_1x_2{}^2(x_3{}^2 - x_1{}^2)^2 - a_1x_3{}^2(x_1{}^2 - x_2{}^2)^2 = 0.$

Letztere kann umgeformt werden, wie folgt:

$$a_3x_1{}^2(x_2{}^2 - x_3{}^2)^2 + a_1\left[x_1{}^4.(x_2{}^2 - x_3{}^2) - x_2{}^2x_3{}^2(x_2{}^2 - x_3{}^2)\right] = 0 \text{ oder}$$

$$(x_2{}^2 - x_3{}^2).\left[a_3x_1{}^2(x_2{}^2 - x_3{}^2) + a_1(x_1{}^4 - x_2{}^2x_3{}^2)\right] = 0.$$

Es sondern sich also in der That die Faktoren $x_2 + x_3$ und $x_2 - x_3$ ab, die C_6 zerfällt somit in $x_2 - x_3 = 0$, $x_2 + x_3 = 0$ und die Curve vierter Ordnung:

$$C_4 \ldots \begin{cases} a_1 x_1^4 - a_1 x_2^2 x_3^2 - a_3 x_1^2 x_3^2 + a_3 x_1^2 x_2^2 = 0 \\ x_1^2(a_1 x_1^2 - a_3 x_3^2) + x_2^2(a_3 x_1^2 - a_1 x_3^2) = 0. \end{cases} \quad \text{oder}$$

Die C_4 enthält die Punkte A_2, A_3, E, E_1, E_2, E_3, jedoch sind nur A_2 und A_3 Doppelpunkte der C_4. Ferner geht sie durch die Schnittpunkte Q_2, Q_2^* und Q_3, Q_3^* (die zwei letzteren sind imaginär) der Hyperbel p mit $x_2 = 0$ resp. $x_3 = 0$ und wird, wie die Hyperbel, von A_2Q_2 und $A_2Q_2^*$ in Q_2 resp. Q_2^* berührt. Die Tangenten der C_4 in A_2 sind die Inversen von A_2Q_2 und $A_2Q_2^*$, ihre Gleichungen lauten: $\sqrt{a_1} \cdot x_3 + \sqrt{a_3} \cdot x_1 = 0$, $\sqrt{a_1} \cdot x_3 - \sqrt{a_3} \cdot x_1 = 0$; da jede von ihnen mit der C_4 in A_2 vier Punkte gemein hat, so sind sie zugleich Inflexionstangenten und A_2 ist ein doppelter Inflexionsknoten. Der Fundamentalpunkt A_3 ist ein isolirter Punkt der C_4. (Tafel II, Fig. 2) Für das Tangentenpaar der C_6 in E ergibt sich:

$$(x_2 - x_3) \cdot \left[2 a_1 x_1 + (a_3 - a_1) \cdot x_2 - (a_3 + a_1) x_3\right] = 0,$$

daher repräsentirt die Gleichung

$$2 a_1 x_1 + (a_3 - a_1) x_2 - (a_3 + a_1) x_3 = 0$$

die Tangente der C_4 in E, dieselbe stimmt überein mit der von E aus an die Hyperbel p gehenden Tangente, welche nicht mit A_1E_1 zusammenfällt. Ebenso sind die Tangenten der C_4 in E_1, E_2, E_3 die von diesen Punkten ausgehenden Hyperbeltangenten, welche nicht mit A_1E_1 oder A_1E_2 zusammenfallen. — Die C_4 hat zwei reelle unendlich ferne Punkte und besteht daher aus zwei ins Unendliche gehenden Zweigen. Die Plücker'schen Charaktere der C_4 lauten: $\mu = 4$, $\delta = 2$, $\varkappa = 0$, $\nu = 8$, $\iota = 12$, $\tau = 8$.

Wenn $a_1 = a_2 = a_3$, dann ist p die Hyperbel

$$x_1^2 + x_2^2 - x_3^2 = 0,$$

und da $x_2 \pm x_3 = 0$ und $x_1 \pm x_3 = 0$ die Tangenten derselben in Q_1, Q_1^* resp. Q_2, Q_2^* sind, so sondern sich E_2E_3, A_1E_1, E_1E_3, A_2E_2 von der C_6 ab, so dass schliesslich noch eine C_2 übrig bleibt. Die im vorigen Specialfalle erhaltene C_4 geht über in

$$x_1^2(x_1^2 - x_3^2) + x_2^2(x_1^2 - x_3^2) = 0 \quad \text{oder}$$
$$(x_1^2 - x_3^2) \cdot (x_1^2 + x_2^2) = 0.$$

Die im vorliegenden Falle entstehende C_6 lautet daher:

$$(x_2^2 - x_3^2) \cdot (x_1^2 - x_3^2) \cdot (x_1^2 + x_2^2) = 0;$$

sie besteht aus den Linien A_1E_1, A_1E_2; A_2E_1, A_2E_2 und den imaginären Geraden, welche A_3 mit den (imaginären) Schnittpunkten von p mit $x_3 = 0$ verbinden. Sieht man von den erstern ab, so reducirt sich die C_6 auf das Linienpaar

$$x_1 + ix_2 = 0, \quad x_1 - ix_2 = 0;$$

da dasselbe imaginär ist, so werden die Hyperbeltangenten die ihnen entsprechenden Kegelschnitte niemals reell schneiden.

Es bleibt nun noch der besonders interessante Fall zu behandeln übrig, in welchem p eine durch E, E_1, E_2, E_3 gehende gleichseitige Hyperbel vorstellt; derselbe tritt ein, wenn $a_3 = a_1 + a_2$ ist.

Die Gleichung der gleichseitigen Hyperbel p lautet:

p) . . . $a_1x_1^2 + a_2x_2^2 - (a_1 + a_2) \cdot x_3^2 = 0.$

Ihr entspricht die Curve vierter Ordnung:

p′) . . $a_1x_2^2x_3^2 + a_2x_1^2x_3^2 - (a_1 + a_2)x_1^2x_2^2 = 0$

und die C_6 hat die Gleichung:

C_6) $a_2(a_1 + a_2) \cdot x_1^2(x_2^2 - x_3^2)^2 + a_1(a_1 + a_2)x_2^2(x_3^2 - x_1^2)^2$
$- a_1a_2x_3^2(x_1^2 - x_2^2)^2 = 0.$

Alle drei Curven p, p′ und C_6 gehen durch E, E_1, E_2, E_3 und haben in jedem dieser Punkte die nämliche Tangente. Die Gleichungen der vier gemeinschaftlichen Tangenten lauten:

t_E) . . . . $a_1x_1 + a_2x_2 - (a_1 + a_2)x_3 = 0$

t_{E_1}) . . . . $a_1x_1 - a_2x_2 + (a_1 + a_2)x_3 = 0$

t_{E_2}) . . . . $a_1x_1 - a_2x_2 - (a_1 + a_2)x_3 = 0$

t_{E_3}) . . . . $a_1x_1 + a_2x_2 + (a_1 + a_2)x_3 = 0$

Die C_6 berührt also p nicht nur in Q_1, Q_1^*, Q_2, Q_2^*, Q_3, Q_3^*, sondern auch noch in E, E_1, E_2, E_3. (Tafel III.) Wenn aber C_6 und p mehr als zwölf gemeinsame Punkte haben, so müssen sämmtliche Hyperbelpunkte der C_6 angehören, d. h. die Hyperbel p bildet einen Theil der C_6, welche zerfällt. Enthält aber die C_6 sämmtliche Punkte von p, so müssen ihre Inversen d. h. die Punkte von p′ nothwendigerweise ebenfalls der C_6 angehören; es bildet also auch die Curve p′ einen Theil der C_6. Im vorliegenden Falle zerfällt demnach die Curve sechster Ordnung in die gleichseitige Hyperbel p und die ihr entsprechende Curve vierter Ordnung p′. Diess zeigt auch die Gleichung der C_6, dieselbe kann nämlich in folgender Form geschrieben werden:

$$\left[a_1x_1^2 + a_2x_2^2 - (a_1 + a_2)x_3^2\right] \cdot \left[a_1x_2^2x_3^2 + a_2x_1^2x_3^2 - (a_1 + a_2)x_1^2x_2^2\right] = 0.$$

Während im allgemeinsten Falle die Verbindungslinie entsprechender Punkte der C_6 den Kegelschnitt p umhüllen, so liegen hier zwei entsprechende Punkte der C_6, von denen der eine stets der Hyperbel p, der andere der Curve p′ angehören muss, auf der p-Tangente im ersten der beiden Punkte. Der entsprechende Kegelschnitt einer jeden Hyperbel-Tangente schneidet die letztere in ihrem Berührungspunkte und der Ort des zweiten Schnittpunktes ist die C_4, welche zur Hyperbel invers ist. Der inverse Punkt P′ eines Hyperbelpunktes P liegt auf der zu P gehörigen Hyperbel-Tangente.

Die C_6 hat vier reelle unendlich ferne Punkte, da die Hyperbel und die C_4 (p′) je zwei besitzen; sie entsprechen den Punkten, in denen der Kreis K die Curven p und p′ trifft. Die unendlich fernen Punkte der C_4 sind die Inversen der Schnittpunkte X und Y von K mit p, und die unendlich fernen Punkte der Hyperbel p entsprechen den gemeinsamen Punkten Z und W von K und p′ (siehe Tafel III).

Nun muss nach Vorigem

$\overset{\infty}{XX'}$ die Tangente der Hyperbel in X
$\overset{\infty}{YY'}$ « « « « « Y
$\overset{\infty}{ZZ'}$ « « « « « $\overset{\infty}{Z'}$
$\overset{\infty}{WW'}$ « « « « « $\overset{\infty}{W'}$ sein,

es sind daher $\overset{\infty}{ZZ'}$ und $\overset{\infty}{WW'}$ die Asymptoten der Hyperbel. Der Tangente der C_4 in $\overset{\infty}{X'}$ (Asymptote der C_4) entspricht ein Kegelschnitt, welcher durch A_1, A_2, A_3, X geht und die Hyperbel in X berührt (XX' ist die Tangente desselben in X). Construirt man von demselben die Tangente z. B. in A_1 und zu derselben die Inverse, so geht durch den Schnittpunkt der letztern mit A_2A_3, zu XX' parallel, die erwähnte Asymptote der C_4. Analog kann die andere Asymptote der C_4, die Tangente den C_4 in $\overset{\infty}{Y'}$, construirt werden.

Man kann die C_6 betrachten als eine aus den vier Zweigen:

$$\overset{\infty}{X'}A_2EA_1\overset{\infty}{Y'} \quad , \quad \overset{\infty}{Y'}E_1WA_2E_3A_1ZE_2\overset{\infty}{X'}$$
$$\overset{\infty}{Z'}E_2XEYE_1\overset{\infty}{W'} \quad , \quad \overset{\infty}{W'}Q_2E_3Q_1\overset{\infty}{Z'}$$

zusammengesetzte Curve. Der erste Zweig berührt den dritten in E, der zweite Zweig berührt den dritten in E_1 und E_2 und der vierten in E_3. Die Punkte E. E_1, E_2. E_3 sind dann also als Berührungsknoten der C_6 anzusehen. Die Tangente t_E hat in E vier zusammenfallende Punkte mit der C_6 gemein, nämlich zwei mit Hyperbel und der zwei

mit der C_4, welche beide Curven sich in E berühren. Analoges gilt für die Tangenten in E_1, E_2 und E_3. *)

Die C_6 kann aber auch angesehen werden als Curve, welche aus den vier Zweigen besteht:

$$Y'A_1EQ_1{}^*YE_1Y' \qquad X'A_2EQ_2{}^*XE_2X'$$
$$Z'Q_1E_3A_1ZE_2Z' \qquad W'Q_2E_3A_2WE_1W'$$

Diese Auffassung entspricht ganz derjenigen bei der Curve C_6 in Fig. 1, Tafel I, wo je zwei inverse Punkte auf demselben Zweige der C_6 liegen und also jeder einzelne Zweig sich selbst entspricht.

Bei der hier vorliegenden C_6 entspricht dem Curvenstück

$EA_1Y'E_1$ das Stück $EQ_1{}^*YE_1$; beide bilden den Curvenzweig $Y'A_1EQ_1{}^*YE_1Y'$

$EA_2X'E_2$ « « $EQ_2{}^*XE_2$; « « « « $X'A_2EQ_2{}^*XE_2X'$

$E_3A_1ZE_2$ « « $E_3Q_1Z'E_2$; « « « « $Z'Q_1E_3A_1ZE_2Z'$

$E_3A_2WE_1$ « « $E_3Q_2W'E_1$; « « « « $W'Q_2E_3A_2WE_1W'$

Daraus geht hervor, dass in E die Tangente (t_E) der C_6 für beide durch E hindurchgehende Aeste der C_6 Inflexionstangente ist, sie repräsentirt also zwei zusammenfallende Inflexionstangenten; man kann daher E als einen doppelten Inflexionsknoten ansehen, bei welchem die beiden Tangenten im Knoten zusammenfallen. Die beiden durch E gehenden Zweige der C_6 berühren und durchsetzen sich in E, oder es findet zwischen den beiden Aesten in E eine Osculation statt; einen solchen Punkt nennt man einen Osculationsknoten. Derselbe kann als Vereinigung von drei Knotenpunkten betrachtet werden, d. h. er vertritt die Stelle von drei Doppelpunkten der C_6. Ebenso sind E_1, E_2, E_3 Osculationsknoten der Curve sechster Ordnung. **)

Aus den Gleichungen der Tangenten t_E, t_{E_1}, t_{E_2}, t_{E_3} in den Osculationsknoten ist noch folgendes Erwähnenswerthe ersichtlich:

t_E und t_{E_1} schneiden sich auf $x_1 = 0$ im Punkte F

t_{E_2} und t_{E_3} « « « « « « F_1

(Tafel III, Fig. 2.) und F, F_1 sind harmonisch conjugirt in Bezug auf A_2, A_3.

t_E und t_{E_2} schneiden sich auf $x_2 = 0$ im Punkte G

t_{E_1} und t_{E_3} « « « « « « G_1

und G, G_1 sind harmonisch conjugirte Punkte in Bezug auf A_1, A_3.

---

*) Die C_6 ist zweitheilig; jeder Theil (C_3 und C_4) besteht aus zwei unendlichen Aesten, die eine zusammenhängende Curve bilden.

**) Nach der zweiten Auffassung besteht die C_6 aus vier unendlichen Aesten, die nicht zusammenhängen; sie ist also eine viertheilige Curve.

t_E und t_{E_3} schneiden sich auf $x_3 = 0$ in H
t_{E_1} und t_{E_2} « « « « « H_1

und H, H_1 sind harmonisch conjugirte Punkte in Bezug auf A_1, A_2.

Auf t_E liegen die Punkte F, G, H
« t_{E_1} « « « F, G_1, H_1
« t_{E_2} « « « F_1, G, H_1
« t_{E_3} « « « F_1, G_1, H

Die vier Tangenten bilden also ein vollständiges Vierseit, für welches die sechs Punkte F, G, H, F_1, G_1, H_1 die Ecken, die Fundamentallinien die Diagonalen und A_1, A_2, A_3 die Diagonalpunkte sind. Das vollständige Viereck $EE_1E_2E_3$ besitzt das nämliche Diagonal-Dreieck. Sobald eine der vier Tangenten gegeben ist, ergeben sich die übrigen sofort mit Hülfe der Punkte F, G, H. Umgekehrt folgt: Sind vier Tangenten einer gleichseitigen Hyperbel gegeben, so findet man ihre Berührungspunkte, indem man das Dreieck der Diagonalpunkte und für dieses die Punkte E, E_1, E_2, E_3 construirt.

Der Kegelschnitt p, dessen Gleichung in Punktcoordinaten x_1, x_2, x_3 lautet: $a_1x_1^2 + a_2x_2^2 - a_3x_3^2 = 0$, hat in Liniencoordinaten ξ_1, ξ_2, ξ_3 die Gleichung:

$$a_2a_3\xi_1^2 + a_1a_3\xi_2^2 - a_1a_2\xi_3^2 = 0.$$

Für seinen Mittelpunkt 0 erhält man die Gleichung:

$$a_2a_3\sin A_1 \,.\, \xi_1 + a_1a_3\sin A_2 \,.\, \xi_2 - a_1a_2\sin A_3 \,.\, \xi_3 = 0,$$

d. h. für die Coordinaten von 0 ist

$$x_1 : x_2 : x_3 = a_2a_3\sin A_1 : a_3a_1\sin A_2 : -a_1a_2\sin A_3.$$

Wenn nun p eine gleichseitige Hyperbel, also $a_1 + a_2 - a_3 = 0$ ist, dann liegt 0 auf dem Kreise K und zwar auf der Geraden

$$x_1 : x_2 = a_2\sin A_1 : a_1\sin A_2.$$

Im speziellen Falle $a_1 = a_2$ liegt 0 auf der Inversen der Schwerlinie A_3S *) des Fundamentaldreiecks.

Für alle unendlich vielen gleichseitigen Hyperbeln, welche durch E, E_1, E_2, E_3 gehen, befindet sich das Centrum 0 auf K. Die Geraden OZ und OW sind die Asymptoten der gleichseitigen Hyperbel, und da dieselben aufeinander senkrecht stehen, so muss ZW ein Durchmesser von K sein.

---

*) S bezeichnet den Schwerpunkt des Dreiecks $A_1A_2A_3$.

II. Der Kegelschnitt p sei dem Fundamentaldreieck eingeschrieben.

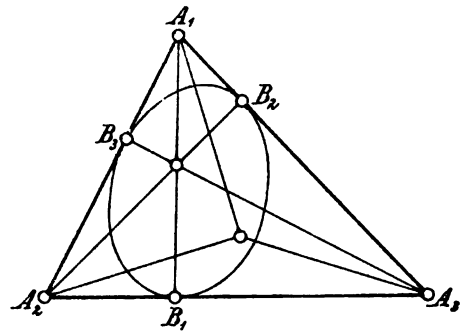
Ein dem Fundamentaldreieck eingeschriebener Kegelschnitt hat die Gleichung:

$$1.\ p)\quad \begin{cases} \sqrt{a_1x_1} + \sqrt{a_2x_2} + \sqrt{a_3x_3} = 0 \qquad \text{oder} \\ a_1^2x_1^2 + a_2^2x_2^2 + a_3^2x_3^2 - 2a_1a_2x_1x_2 - 2a_1a_3x_1x_3 \\ \qquad - 2a_2a_3x_2x_3 = 0. \end{cases}$$

Die correspondirende Curve p′ ist die Curve vierten Gerades:

$$2.\ p')\quad \begin{cases} \sqrt{a_1x_2x_3} + \sqrt{a_2x_1x_3} + \sqrt{a_3x_1x_2} = 0 \qquad \text{oder} \\ a_1^2x_2^2x_3^2 + a_2^2x_1^2x_3^2 + a_3^2x_1^2x_2^2 - 2a_1a_2x_3^2x_1x_2 \\ \qquad - 2a_1a_3x_2^2x_1x_3 - 2a_2a_3x_1^2x_2x_3 = 0. \end{cases}$$

Diese C_4 besitzt drei Spitzen in den Fundamental-Punkten; die zugehörigen Rückkehr-Tangenten sind die Inversen zu den resp. Verbindungslinien der Fundamentalpunkte A_1, A_2, A_3 mit den Berührungspunkten des Kegelschnittes auf den Gegenseiten. Die betreffenden Gleichungen lauten:



Für die Tangente in der Spitze A_1: $a_3x_2 - a_2x_3 = 0$
« « « « « « A_2: $a_1x_3 - a_3x_1 = 0$
« « « « « « A_3: $a_2x_1 - a_1x_2 = 0$

Die drei Tangenten gehen durch einen und denselben Punkt, den Inversen des gemeinsamen Punktes von A_1B_1, A_2B_2, A_3B_3, wobei B_1, B_2, B_3 die Berührungspunkte von p mit A_2A_3, A_1A_3, A_1A_2 bezeichnen. *)

Um die Gleichung der Curve sechster Ordnung C_6 zu erhalten, setzen wir wieder für einen Punkt $P\lambda$ auf p $\frac{x_2}{x_3} = \lambda$, dann gibt Gleichung (1):

*) Unter dem eingeschriebenen Kegelschnitt wurde, wie gewöhnlich, derjenige verstanden, für welchen die Berührungspunkte B_1, B_2, B_3 zwischen den Ecken des Fundamentaldreiecks liegen; es liegen dann auch keine Punkte von p und p′ ausserhalb des Dreiecks $A_1A_2A_3$ und p′ kann somit keine unendlich fernen Punkte besitzen. Diess ist der Fall, wenn die Coefficienten a_1, a_2, a_3 positive Werthe haben.

$$\sqrt{a_1\frac{x_1}{x_3}} + \sqrt{a_2\lambda} + \sqrt{a_3} = 0 \quad \text{oder}$$

$$\frac{x_1}{x_3} = \frac{(\sqrt{a_3} + \sqrt{a_2\lambda})^2}{a_1}.$$

Für die Coordinaten des Punktes $P\lambda$ ist daher

$$x_1 : x_2 : x_3 = (\sqrt{a_3} + \sqrt{a_2\lambda})^2 : a_1\lambda : a_1.$$

Bedeutet f die linke Seite der Gleichung (1), so sind

$$f_1 = \frac{\sqrt{a_1}}{2\sqrt{x_1}}, \quad f_2 = \frac{\sqrt{a_2}}{2\sqrt{x_2}}, \quad f_3 = \frac{\sqrt{a_3}}{2\sqrt{x_3}}$$

die ersten Differentialquotienten von f nach x_1, x_2, x_3; durch Substitution der Coordinaten von $P\lambda$ gehen dieselben über in

$$f_1 = -\frac{\sqrt{a_1}}{2(\sqrt{a_3} + \sqrt{a_2\lambda})}, \quad f_2 = \frac{\sqrt{a_2}}{2\sqrt{a_1\lambda}}, \quad f_3 = \frac{\sqrt{a_3}}{2\sqrt{a_1}},$$

wobei ein gemeinschaftlicher constanter Faktor weggelassen worden ist. *) Nun erhält man für die Tangente $t\lambda$ des Kegelschnittes p im Punkte $P\lambda$ die Gleichung:

$$3.\ t\lambda) \quad -\frac{\sqrt{a_1}}{\sqrt{a_3} + \sqrt{a_2\lambda}} \cdot x_1 + \frac{\sqrt{a_2}}{\sqrt{a_1\lambda}} \cdot x_2 + \frac{\sqrt{a_3}}{\sqrt{a_1}} \cdot x_3 = 0$$

und für ihren entsprechenden (inversen) Kegelschnitt:

$$4.\ t\lambda') \quad -\frac{\sqrt{a_1}}{\sqrt{a_3} + \sqrt{a_2\lambda}} \cdot x_2x_3 + \sqrt{\frac{a_2}{a_1\lambda}} \cdot x_1x_3 + \sqrt{\frac{a_3}{a_1}} \cdot x_1x_2 = 0.$$

Multiplizirt man (3) mit $-x_2x_3$, (4) mit x_1 und addirt beide Gleichungen, so kommt:

$$\sqrt{\frac{a_2}{a_1\lambda}} \cdot x_3(x_1^2 - x_2^2) = \sqrt{\frac{a_3}{a_1}} \cdot x_2(x_3^2 - x_1^2);$$

hieraus folgt:

$$\sqrt{\frac{a_2}{\lambda}} = \frac{\sqrt{a_3} \cdot x_2(x_3^2 - x_1^2)}{x_3(x_1^2 - x_2^2)} \quad \text{und} \quad \lambda = \frac{a_2x_3^2(x_1^2 - x_2^2)^2}{a_3x_2^2(x_3^2 - x_1^2)^2}.$$

Setzt man den gefundenen Werth von λ in (3) ein, so ergibt sich als Resultat der Elimination des Parameters λ zwischen (3) und (4) die folgende Gleichung:

---

*) Anmerkung. $\sqrt{x_1}$ ist positiv oder negativ, je nachdem $\sqrt{x_2}$ und $\sqrt{x_3}$ beide negativ oder positiv sind. Wenn $\sqrt{x_2}$ und $\sqrt{x_3}$ positiv angenommen werden, wie hier geschehen ist, so muss $\sqrt{x_1}$ negativ sein, da die Werthe von $\sqrt{x_1}$, $\sqrt{x_2}$, $\sqrt{x_3}$ der Gleichung $\sqrt{a_1x_1} + \sqrt{a_2x_2} + \sqrt{a_3x_3} = 0$ genügen müssen.

$$-\frac{\sqrt{a_1}\,.\,x_1}{\sqrt{a_3}+\dfrac{a_2x_3(x_1^2-x_2^2)}{\sqrt{a_3}\,.\,x_2(x_3^2-x_1^2)}}+\sqrt{\frac{a_3}{a_1}}\cdot\frac{x_2(x_3^2-x_1^2)}{x_3(x_1^2-x_2^2)}\cdot x_2+\sqrt{\frac{a_3}{a_1}}\cdot x_3=0$$

oder

$$-\frac{a_1x_1x_2(x_3^2-x_1^2)}{a_3x_2(x_3^2-x_1^2)+a_2x_3(x_1^2-x_2^2)}+\frac{x_2^2(x_3^2-x_1^2)}{x_3(x_1^2-x_2^2)}+x_3=0$$

oder

$$-a_1x_1x_2x_3(x_3^2-x_1^2)\,.\,(x_1^2-x_2^2)$$
$$+x_2^2(x_3^2-x_1^2)\,.\,\left[a_3x_2(x_3^2-x_1^2)+a_2x_3(x_1^2-x_2^2)\right]$$
$$+x_3^2(x_1^2-x_2^2)\,.\,\left[a_3x_2(x_3^2-x_1^2)+a_2x_3(x_1^2-x_2^2)\right]=0$$

oder

$$-a_1x_1x_2x_3(x_3^2-x_1^2)\,.\,(x_1^2-x_2^2)$$
$$-\left[a_3x_2(x_3^2-x_1^2)+a_2x_3(x_1^2-x_2^2)\right]\,.\,x_1^2(x_2^2-x_3^2)=0$$

oder

II.) $$a_3x_1x_2(x_2^2-x_3^2)\,(x_3^2-x_1^2)$$
$$+a_2x_1x_3(x_2^2-x_3^2)\,(x_1^2-x_2^2)+a_1x_2x_3(x_3^2-x_1^2)\,(x_1^2-x_2^2)=0.$$

Diese Gleichung repräsentirt die C_6.

Nehmen wir speziell $a_1 = a_2 = a_3$ an, d. h. stellt p den Kegelschnitt vor, welcher die Fundamentallinien in den Punkten

$$\left(\begin{matrix}x_1=0\\x_2-x_3=0\end{matrix}\right),\ \left(\begin{matrix}x_2=0\\x_1-x_3=0\end{matrix}\right),\ \left(\begin{matrix}x_3=0\\x_1-x_2=0\end{matrix}\right)$$

berührt, dann sind $x_2 - x_3 = 0$, $x_1 - x_3 = 0$, $x_1 - x_2 = 0$ die Rückkehrtangenten der C_4 (p′) und die bezüglichen Gleichungen lauten:

für p: $\sqrt{x_1}+\sqrt{x_2}+\sqrt{x_3}=0$

„ p′: $\sqrt{x_2x_3}+\sqrt{x_1x_3}+\sqrt{x_1x_2}=0$

„ C_6: $x_1x_2(x_2^2-x_3^2)\,(x_3^2-x_1^2)+x_1x_3(x_2^2-x_3^2)\,(x_1^2-x_2^2)$
$$+x_2x_3(x_3^2-x_1^2)\,(x_1^2-x_2^2)=0.$$

Die Untersuchung der Curve (II) zeigt zunächst, dass die Fundamentalpunkte A_1, A_2, A_3 Knotenpunkte derselben sind. Die Fundamentallinie $x_1 = 0$ schneidet die C_6 in sechs Punkten, für welche $x_2^3 \,.\, x_3^3 = 0$, also $x_2^3 = 0$, $x_3^3 = 0$, d. h. A_2 und A_3 sind Doppelpunkte, die Fundamentallinie A_2A_3 ist Tangente der C_6 sowohl in A_2 als in A_3, und die Punkte Q_1 und $Q_1{}^*$ fallen mit A_2 resp. A_3 zusammen. (Tafel IV, Fig. 1.)

Ferner folgt aus Gleichung (II)

für $x_2 = 0$: $x_1^3 \,.\, x_3^3 = 0$ oder $x_1^3 = 0$, $x_3^2 = 0$ und
für $x_3 = 0$: $x_1^3 \,.\, x_2^3 = 0$ oder $x_1^3 = 0$, $x_2^2 = 0$;

demnach ist $x_2 = 0$ Tangente in den Knotenpunkten A_3, A_1 und $x_3 = 0$ Tangente in A_1, A_2; Q_2 fällt mit A_3, Q_2^* mit A_1, Q_3 mit A_1 und Q_3^* mit A_2 zusammen.

Die Fundamentallinien repräsentiren also die sechs Tangenten in den Knotenpunkten A_1, A_2, A_3, jede ist somit eine Doppeltangente der C_6.

Weitere Doppelpunkte der C_6 sind E, E_1, E_2, E_3. Substituirt man in (II) $x_2 \pm x_3 = 0$, so folgt:

$$\pm x_3^2 . (x_3^2 - x_1^2)(x_1^2 - x_3^2) = 0 \quad \text{oder} \quad x_3^2 (x_3^2 - x_1^2)^2 = 0$$

woraus $x_3^2 = 0$, $(x_3 + x_1)^2 = 0$, $(x_3 - x_1)^2 = 0$,

d. h. die Punkte A_1, E, E_1, E_2, E_3 gehören der C_6 an und sind Doppelpunkte derselben. E wird, weil innerhalb des Kegelschnittes p gelegen, zu einem isolirten Punkt der C_6; E_1, E_2, E_3 dagegen sind Knotenpunkte, die Tangenten in denselben stimmen überein mit den von E_1, E_2, E_3 aus an den Kegelschnitt p gehenden Tangenten. Für das Tangentenpaar in E_1 (— 1, 1, 1) z. B. erhält man:

$$x_1^2 - x_2^2 - x_3^2 + x_1 x_2 + x_1 x_3 + 3 x_2 x_3 = 0, \; ^*)$$

woraus sich die Gleichungen der einzelnen Tangenten in E_1 ergeben:

$$2x_1 + \left(1 + \sqrt{5}\right) . x_2 + \left(1 - \sqrt{5}\right) . x_3 = 0$$

$$2x_1 + \left(1 - \sqrt{5}\right) . x_2 + \left(1 + \sqrt{5}\right) . x_3 = 0.$$

Die C_6 hat sechs unendlich ferne Punkte, welche sämmtlich reell sind; dieselben sind die Inversen der Schnittpunkte der C_6 mit dem Kreise K. Bezeichnen X, Y, Z, V, W, T diese Schnittpunkte, dann repräsentiren X', Y', Z', V', W', T' die unendlich fernen Punkte der Curve und die Geraden XX', YY', ZZ', VV', WW', TT', welche die Richtungen angeben, nach welchen die Curve ins Unendliche geht, müssen Tangenten des Kegelschnittes p sein. Von den sechs Punkten X, Y etc. gehen an den Kegelschnitt p je zwei Tangenten, allein nur eine derselben gibt jeweilen die Richtung nach einem unendlich fernen Punkt der C_6 an und zwar diejenige, welche parallel ist zum Inversen des Strahles, der einen Punkt X, Y etc. mit einem Fundamentalpunkt verbindet. Die C_6 besteht aus sechs ins Unendliche gehenden Aesten, von denen je zwei eine zusammenhängende Theilcurve bilden.

Dem Curvenstück $A_1 W E_2$ entspricht $Q_1 \overset{\infty}{W'} E_2$

« « $A_1 \overset{\infty}{Y'} E_1$ « $Q_1 Y E_1$.

Die beiden Aeste $\overset{\infty}{Y'} A_1 W E_2 \overset{\infty}{W'}$ und $\overset{\infty}{W'} Q_1 Y E_1 \overset{\infty}{Y'}$, welche in der angegebenen Weise einander entsprechen, haben grosse Aehnlichkeit

*) Vorausgesetzt, dass $a_1 = a_2 = a_3$ sei.

mit den Aesten der Hyperbel $x_3^2 + x_1 x_2 = 0$. Letztere hat mit der C_6 gemein die Punkte A_1, A_2 sammt Tangenten und die Punkte E_1 und E_2, dagegen sind die Tangenten der Hyperbel in E_1 und E_2 verschieden von den Tangenten der C_6 in diesen Punkten. Ferner entspricht

dem Stück $A_1 V E_3$ das Stück $Q_1 {}^*\underset{\infty}{V'} E_3$

« « $A_1 \underset{\infty}{X'} E_1$ « « $Q_1 {}^* X E_1$.

Die aus diesen Curvenstücken zusammengesetzten Aeste

$$\underset{\infty}{X'} A_1 V E_3 \underset{\infty}{V'} \quad , \quad \underset{\infty}{V'} Q_1 {}^* X E_1 \underset{\infty}{X'}$$

welche in der angeführten Weise zu einander invers sind, haben Aehnlichkeit mit der Hyperbel $x_2^2 + x_1 x_3 = 0$, welche durch A_1, A_2, E_1, E_3 geht und $A_1 A_2$ in A_1 und $A_3 A_2$ in A_3 berührt, wie die C_6. Endlich entspricht

dem Stück $A_2 Z E_3$ das Stück $Q_2 \underset{\infty}{Z'} E_3$

« « $A_2 \underset{\infty}{T'} E_2$ « « $Q_2 T E_2$.

Die aus diesen Stücken bestehenden Aeste

$$\underset{\infty}{T'} A_2 Z E_3 \underset{\infty}{Z'} \quad , \quad \underset{\infty}{Z'} Q_2 T E_2 \underset{\infty}{T'}$$

der C_6, welche in der soeben angegebenen Weise einander entsprechen, bilden eine hyperbelähnliche Curve; dieselbe hat mit der Hyperbel $x_1^2 + x_2 x_3 = 0$ gemein die Punkte A_2, A_3, E_2, E_3 und die Tangenten in A_2 und A_3.

Die Plücker'schen Charaktere der vorliegenden C_6 sind die nämlichen wie bei der C_6, welche im allgemeinsten Falle resultirt. *)

Sind die Werthe von a_1, a_2, a_3 respective proportional zu $\cos^2 \frac{A_1}{2}$, $\cos^2 \frac{A_2}{2}$, $\cos^2 \frac{A_3}{2}$, dann gibt Gleichung (II) die spezielle C_6, †) welche entsteht, wenn p der dem Dreieck $A_1 A_2 A_3$ eingeschriebenen Kreis (mit dem Centrum E) ist, dessen Gleichung lautet:

$$\cos\frac{A_1}{2} \cdot \sqrt{x_1} + \cos\frac{A_2}{2} \cdot \sqrt{x_2} + \cos\frac{A_3}{2} \cdot \sqrt{x_3} = 0.$$

Setzt man nun voraus, dass a_1, a_2, a_3 sowohl negative als positive Grössen sein können, so stellt die Gleichung

---

*) Anmerkung. In Uebereinstimmung mit der Note auf Seite 22 wurde die Gleichung (II) discutirt unter der Voraussetzung, dass a_1, a_2, a_3 positiv seien und in Fig. 1, Tafel IV ist speziell $a_1 = a_2 = a_3$ angenommen worden.

†) Der Unterschied zwischen dieser Curve und der in Fig. 1, Tafel IV skizzirten ist unwesentlich.

$a_1^2x_1^2 + a_2^2x_2^2 + a_3^2x_3^2 - 2a_2a_3x_2x_3 - 2a_3a_1x_3x_1 - 2a_1a_2x_1x_2 = 0$
allgemein einen Kegelschnitt vor, welcher die Fundamentallinien berührt. Ausser dem betrachteten Falle, in welchem a_1, a_2, a_3 positiv sind, können folgende Fälle vorkommen:

a_1 negativ, a_2 und a_3 positiv
a_2 « a_1 « a_3 «
a_3 « a_1 « a_2 «

d. h. entweder können in der Kegelschnittsgleichung alle drei Doppelprodukte negativ sein oder es sind zwei der Doppelprodukte positiv, während das dritte negativ ist. Bedeuten z. B. a_1, a_2 positive Zahlen und ist $a_3 = -\alpha_3$, so ergeben sich für die Curven p, p′ und C_6 folgende Gleichungen:

p) $a_1^2x_1^2 + a_2^2x_2^2 + \alpha_3^2x_3^2 + 2a_2\alpha_3x_2x_3 + 2\alpha_3a_1x_3x_1 - 2a_1a_2x_1x_2 = 0$

p′) $a_1^2x_2^2x_3^2 + a_2^2x_1^2x_3^2 + \alpha_3^2x_1^2x_2^2 + 2a_2\alpha_3x_1^2x_2x_3 + 2\alpha_3a_1x_2^2x_3x_1 - 2a_1a_2x_3^2x_1x_2 = 0$

C_6) $a_1x_2x_3(x_3^2 - x_1^2)(x_1^2 - x_2^2) + a_2x_1x_3(x_2^2 - x_3^2)(x_1^2 - x_2^2) - \alpha_3x_1x_2(x_2^2 - x_3^2)(x_3^2 - x_1^2) = 0$. *)

Der Kegelschnitt p berührt die Fundamentaldreiecksseite A_1A_2 und die Verlängerungen der Seiten A_1A_3, A_2A_3, so dass sämmtliche Punkte von p ausserhalb des Fundamentaldreiecks liegen. Die ihm entsprechende Curve vierter Ordnung p′ liegt in Folge dessen ebenfalls ganz ausserhalb des Dreiecks $A_1A_2A_3$ und besitzt zwei reelle unendlich ferne Punkte, da p den Kreis K zwei Mal schneidet. Die C_6 hat in diesem Falle nur zwei reelle unendlich ferne Punkte und besteht aus einer hyperbelähnlichen Curve (zwei unendlichen Aesten) und zwei Ovalen, von denen das eine mit der Ellipse $x_2^2 - x_1x_3 = 0$ die Punkte A_1, A_3, E, E_2 und die Tangenten in A_1 und A_3, das andere mit der Ellipse $x_1^2 - x_2x_3 = 0$ die Punkte A_2, A_3, E, E_1 und die Tangenten in A_2 und A_3 gemein hat. (Vergl. Fig. 2 in Tafel IV, wo p den die Fundamentallinien berührenden Kreis bedeutet, dessen Mittelpunkt E_3 ist.) **)

*) Diese Gleichungen erhält man aus den früheren auch dadurch, dass man x_3 durch $-x_3$ ersetzt.

**) Dieser Kreis hat die Gleichung

$$\cos\frac{A_1}{2}\cdot\sqrt{x_1} + \cos\frac{A_2}{2}\cdot\sqrt{x_2} + \cos\frac{A_3}{2}\sqrt{-x_3} = 0$$

und die Gleichung der C_6 lautet:

$$\cos^2\frac{A_1}{2}x_2x_3(x_3^2 - x_1^2)(x_1^2 - x_2^2) + \cos^2\frac{A_2}{2}x_1x_3(x_2^2 - x_3^2)(x_1^2 - x_2^2) - \cos^2\frac{A_3}{2}x_1x_2(x_2^2 - x_3^2)(x_3^2 - x_1^2) = 0.$$

III. Der Kegelschnitt p sei die Ellipse, welche die Punkte A_1, A_2, E, E_3 enthält und die Fundamentallinien A_1A_3 und A_2A_3 in A_1 resp. A_2 berührt.

Die Gleichung von p lautet:

1. p) $x_3^2 - x_1x_2 = 0$; die Curve p′ ist mit p identisch.

Wir schreiben die Gleichung:

$$1 - \frac{x_1}{x_3} \cdot \frac{x_2}{x_3} = 0 \quad \text{und setzen wieder} \quad \frac{x_2}{x_3} = \lambda; \text{ diess gibt:}$$

$$1 - \lambda \cdot \frac{x_1}{x_3} = 0, \text{ woraus folgt: } \frac{x_1}{x_3} = \frac{1}{\lambda}.$$

Für einen Punkt $P\lambda$ auf p ist daher

$$x_1 : x_2 : x_3 = 1 : \lambda^2 : \lambda.$$

Da für die Ellipse p ($f = 0$)

$$f_1 = -x_2, \quad f_2 = -x_1, \quad f_3 = 2x_3,$$

so hat die Tangente der Ellipse in $P\lambda$ die Gleichung:

2. $t\lambda$) $\lambda^2x_1 + x_2 - 2\lambda x_3 = 0$; der ihr correspondirende Kegelschnitt heisst:

3. $t\lambda'$) $\lambda^2x_2x_3 + x_1x_3 - 2\lambda x_1x_2 = 0.$

Aus (2) und (3) folgt: $\lambda = \dfrac{x_3(x_1^2 - x_2^2)}{2x_2(x_1^2 - x_3^2)}$ und durch Substitution dieses Werthes in Gl. (2) erhält man:

$$\frac{x_1x_3^2(x_1^2 - x_2^2)^2}{4x_2^2(x_1^2 - x_3^2)^2} + x_2 - \frac{x_3^2(x_1^2 - x_2^2)}{x_2(x_1^2 - x_3^2)} = 0 \quad \text{oder}$$

III.) $x_3^2(x_1^2 - x_2^2)^2 - 4x_1x_2(x_2^2 - x_3^2)(x_3^2 - x_1^2) = 0.$

Diess ist die Gleichung der im Falle (III) erzeugten Curve sechster Ordnung.

Aus der Erzeugungsweise der C_6 geht zunächst hervor, dass A_1 und A_2, weil auf p gelegen, Spitzen der C_6 werden und für beide ist $x_3 = 0$ Rückkehrtangente; diess bestätiget auch die Rechnung. Für die Schnittpunkte der Curve mit $x_3 = 0$ hat man nämlich

$$4x_1^3x_2^3 = 0, \text{ woraus folgt: } x_1^3 = 0 \text{ und } x_2^3 = 0,$$

d. h. $x_3 = 0$ hat in A_1 und A_2 mit der C_6 je drei zusammenfallende Punkte gemein. Ferner ergibt die Rechnung, dass das Tangentenpaar in jedem der Doppelpunkte A_1 und A_2 die Gleichung $x_3^2 = 0$ hat, dass also A_1 und A_2 Spitzen der C_6 sein müssen, deren Tangenten mit A_1A_2 zusammenfallen. — Wenn $u = 0$ die Gleichung (III) bedeutet, so ist

$$u_1 = 4x_1x_3^2(x_1^2 - x_2^2) - 4x_2(x_2^2 - x_3^2)(x_3^2 - 3x_1^2)$$
$$u_2 = -4x_2x_3^2(x_1^2 - x_2^2) - 4x_1(x_3^2 - x_1^2)(3x_2^2 - x_3^2)$$
$$u_3 = 2x_3(x_1^2 - x_2^2)^2 - 8x_1x_2x_3 \,.\, (x_1^2 + x_2^2 - 2x_3^2)$$
$$u_{11} = 4x_3^2(3x_1^2 - x_2^2) + 24x_2x_1(x_2^2 - x_3^2)$$
$$u_{12} = -8x_1x_2x_3^2 - 4(x_3^2 - 3x_1^2)(3x_2^2 - x_3^2)$$
$$u_{13} = 8x_1x_3(x_1^2 - x_2^2) - 8x_2x_3(3x_1^2 + x_2^2 - 2x_3^2)$$
$$u_{22} = -4x_3^2(x_1^2 - 3x_2^2) - 24x_1x_2(x_3^2 - x_1^2)$$
$$u_{23} = -8x_2x_3(x_1^2 - x_2^2) - 8x_1x_3(x_1^2 + 3x_2^2 - 2x_3^2)$$
$$u_{33} = 2(x_1^2 - x_2^2)^2 - 8x_1x_2(x_1^2 + x_2^2 - 6x_3^2).$$

Für den Doppelpunkt A_3 wird $u_{11} = 0$, $u_{12} = 4x_3^4$, $u_{13} = 0$, $u_{22} = 0$, $u_{23} = 0$, $u_{33} = 0$, daher hat sein Tangentenpaar die Gleichung $x_1 \,.\, x_2 = 0$. Der Fundamentalpunkt A_3 ist also ein Knotenpunkt der C_6 und die Tangenten in demselben sind A_2A_3 und A_1A_3; sie sind die respectiven Inversen der Tangenten A_3Q_3 und $A_3Q_3^*$ (Q_3 fällt mit A_1, Q_3^* mit A_2 zusammen), welche von A_3 aus an die Ellipse gehen. (Siehe Fig. 1, Tafel V.) Aus dem Umstande, dass A_3Q_3, $A_3Q_3^*$ die C_6 in Q_3 resp. Q_3^* berühren, folgt, dass die Tangenten im Knoten A_3 Inflexionstangenten sind (vergl. Fall I); diess stimmt mit der Thatsache überein, dass $x_1 = 0$ und $x_2 = 0$ die Tangenten der C_6 in den Punkten Q_1 und Q_2, welche mit A_3 zusammenfallen, vorstellen. Die folgende Rechnung liefert den einfachsten Nachweis hiefür. Substituirt man in (III) $x_1 = 0$, so kommt $x_3^2 \,.\, x_2^4 = 0$, woraus folgt: $x_3^2 = 0$, $x_2^4 = 0$, d. h. $x_1 = 0$ schneidet die C_6 in A_2 zwei Mal, in A_3 vier Mal.

Ferner ist für $x_2 = 0$: $x_3^2 \,.\, x_1^4 = 0$, oder $x_3^2 = 0$ und $x_1^4 = 0$, was besagt, dass $x_2 = 0$ mit der C_6 in A_1 zwei, in A_3 vier Punkte gemein hat.

A_3 ist also ein doppelter Inflexionsknoten.

Die Punkte $E_1 \begin{pmatrix} x_1 = -1 \\ x_2 = 1 \\ x_3 = 1 \end{pmatrix}$ und $E_2 \begin{pmatrix} x_1 = 1 \\ x_2 = -1 \\ x_3 = 1 \end{pmatrix}$ sind Doppelpunkte mit reellen und von einander verschiedenen Tangenten, also Knotenpunkte der C_6. Die Tangenten in denselben stimmen überein mit den von E_1 resp. E_2 aus an die Ellipse gehenden Tangenten. Die bezüglichen Gleichungen lauten:

Für das Tangentenpaar in E_1:

$$x_1^2 + x_2^2 - 4x_3^2 + 6x_1x_2 - 4x_1x_3 + 4x_2x_3 = 0$$

und für dasjenige in E_2:

$$x_1^2 + x_2^2 - 4x_3^2 + 6x_1x_2 + 4x_1x_3 - 4x_2x_3 = 0.$$

Was die Punkte E_3 (1, 1, — 1) und E (1, 1, 1) betrifft, so sind dieselben zunächst als Doppelpunkte der C_6 anzusehen, weil für diese Punkte u_1, u_2, u_3 verschwinden.

Als Gleichung des Tangentenpaares in E_3 erhält man:

$$(x_1 + x_2 - 2x_3)^2 = 0$$

und diejenige für das Tangentenpaar in E lautet:

$$(x_1 + x_2 - 2x_3) = 0,$$

d. h. die beiden Tangenten der C_6 im Doppelpunkt E_3 fallen zusammen mit der Ellipsentangente $x_1 + x_2 + 2x_3 = 0$ im Punkte E_3 und die Tangenten im Doppelpunkt E sind vereinigt in der zu E gehörigen Ellipsentangente $x_1 + x_2 - 2x_3 = 0$.*)

Allein diese Punkte sind nicht etwa Spitzen, wie die nachfolgende Betrachtung zeigt.

Für die Schnittpunkte der C_6 mit der Tangente $x_1 + x_2 + 2x_3 = 0$ ergibt sich, wenn man in der Curvengleichung $x_3 = -\frac{x_1 + x_2}{2}$ setzt:

$$(x_1 - x_2)^4 . (x_1^2 + 3x_1x_2 + x_2^2) = 0.$$

Im Doppelpunkt E_3 hat also die Tangente mit der Curve vier vereinigte Punkte gemein und schneidet sie noch in den zwei Punkten

$$\left(\frac{x_1}{x_3} = -1 + \sqrt{5},\ \frac{x_2}{x_3} = -(1 + \sqrt{5})\right)$$

$$\left(\frac{x_1}{x_3} = -(1 + \sqrt{5}),\ \frac{x_2}{x_3} = -1 + \sqrt{5}\right).$$

Der Punkt E_3 muss daher ein Berührungsknoten sein, d. h. durch E_3 gehen zwei Aeste der C_6, welche sich in ihm zweipunktig berühren. Die beiden Curvenzweige sind aber nicht reell, denn setzt man im Bereiche des Punktes E_3 $y = x_1 + x_2 + 2x_3$, $z = x_1 - x_2$, wo y und z sehr klein sind, in die Gleichung der C_6 ein, so wird annähernd $16x_3^2y^2 + 8x_3yz^2 + 5z^4 = 0$; diese Gleichung repräsentirt zwei imaginäre Curvenzweige, die einander in E_3 berühren, ihre gemeinschaftliche Tangente $y = 0$ ist reell. In Uebereinstimmung damit findet man auch, dass die Schnittpunkte der C_6 mit der Geraden $x_1 - kx_2 = 0$ mit Ausnahme der zwei sich in E_3 befindenden imaginär sind, so lange k zwischen 0 und $+\infty$ liegt. Weil die Curve nicht reell durch E_3 hindurch geht, so ist E_3 ein isolirter Punkt der C_6, allein er muss als imaginärer Berührungsknoten angesehen werden. Da im Punkte E_3 zwei Durchschnittspunkte der beiden sich in ihm

*) Die beiden Tangenten in E_3 und E gehen durch den Punkt $\begin{pmatrix} x_3 = 0 \\ x_1 + x_2 = 0 \end{pmatrix}$.

berührenden Curvenzweige vereinigt sind, so repräsentirt derselbe zwei vereinigte Knotenpunkte. Ebenso ist E ein imaginärer Berührungsknoten mit reeller Tangente.

Die gemeinsamen Punkte der Ellipse und der C_6 sind A_1, A_2, E_3, E; die C_6 berührt die Ellipse in A_1 und A_2 zweipunktig, in E_3 und E vierpunktig.

Die C_6 hat die folgenden Plücker'schen Charaktere:

$$\mu = 6, \quad \delta = 7, \quad \varkappa = 2$$
$$\nu = 10, \quad \iota = 14, \quad \tau = 21.$$

Wenn die Hyperbel $x_3^2 + x_1x_2 = 0$ den festen Kegelschnitt p vorstellt, dann ergibt sich die C_6:

$$x_3^2(x_1^2 - x_2^2)^2 + 4x_1x_2(x_2^2 - x_3^2)(x_3^2 - x_1^2) = 0.$$

Die Hyperbel geht durch A_1, A_2, E_1, E_2 und berührt in A_1, A_2 die respectiven Fundamentallinien A_1A_3, A_2A_3. Die C_6 hat zwei Spitzen in A_1 und A_2, für welche wieder $x_3 = 0$ die Rückkehrtangente ist; ferner besitzt sie drei Knotenpunkte, den doppelten Inflexionsknoten A_3 und die Knotenpunkte E und E_3. Die Punkte E_1 und E_2 sind isolirte Punkte der C_6 und zwar imaginäre Berührungsknoten, die Tangenten in denselben sind reell und zwar die zu E_1 und E_2 gehörigen Hyperbeltangenten, also die den Punkt ($x_3 = 0$, $x_1 - x_2 = 0$) mit E_1 resp. E_2 verbindenden Geraden. (Fig. 2, Tafel V.)

IV. Es sei p ein dem Fundamentaldreieck umschriebener Kegelschnitt.

Ein Kegelschnitt, welcher durch die Fundamentalpunkte geht, hat allgemein die Gleichung:

1. p) . . . $a_1x_2x_3 + a_2x_1x_3 + a_3x_1x_2 = 0$;

ihm entsprieht alsdann die gerade Linie

2. p′) . . . . $a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 = 0$.

Für die Coordinaten eines beliebigen Punktes $P\lambda$ von p ist

$$x_1 : x_2 : x_3 = \lambda(a_1 + \lambda a_2) : (a_1 + \lambda a_2) : -\lambda a_3.$$

Bezeichnet $F = 0$ die Gleichung von p, so haben die ersten Differentialquotienten von F nach x_1, x_2, x_3 die Werthe

$$F_1 = a_2x_3 + a_3x_2, \quad F_2 = a_1x_3 + a_3x_1, \quad F_3 = a_1x_2 + a_2x_1;$$

dieselben gehen, wenn man die Coordinaten von $P\lambda$ substituirt, abgesehen von einem constanten Faktor, über in

$$(F_1)\lambda = a_1a_3, \quad (F_2)\lambda = a_2a_3\lambda^2, \quad (F_3)\lambda = (a_1 + a_2\lambda)^2.$$

Demnach lautet die Gleichung der Tangente $t\lambda$ von p im Punkte $P\lambda$:

3. $t\lambda)$ . . $a_1a_3x_1 + a_2a_3\lambda^2x_2 + (a_1 + a_2\lambda)^2x_3 = 0$

und diejenige des der Geraden $t\lambda$ entsprechenden Kegelschnittes $t\lambda'$:

4. $t\lambda')$. $a_1a_3x_2x_3 + a_2a_3\lambda^2x_1x_3 + (a_1 + a_2\lambda)^2x_1x_2 = 0.$

Betrachtet man λ als variablen Parameter, so repräsentirt Gleichung (4) sämmtliche dem Fundamentaldreieck umschriebene Kegelschnitte, welche die feste Gerade p′ berühren. Durch Elimination von λ zwischen (3) und (4) folgt:

IV.) $a_1^2x_1^2(x_2^2 - x_3^2)^2 + a_2^2x_2^2(x_3^2 - x_1^2)^2 + a_3^2x_3^2(x_1^2 - x_2^2)^2$
$- 2a_1a_2x_1x_2(x_2^2 - x_3^2)(x_3^2 - x_1^2) - 2a_1a_3x_1x_3(x_2^2 - x_3^2)(x_1^2 - x_2^2)$
$- 2a_2a_3x_2x_3(x_3^2 - x_1^2)(x_1^2 - x_2^2) = 0.$

Die erhaltene Gleichung (IV), welche im Allgemeinen eine Curve sechster Ordnung repräsentirt, ist die Gleichung des Ortes der Schnittpunkte aller Tangenten $t\lambda$ mit ihren entsprechenden Kegelschnitten. Diese C_6 hat drei Spitzen in A_1, A_2, A_3; die zugehörigen Rückkehrtangenten sind die resp. Inversen der Tangenten von p in A_1, A_2, A_3, also bezw. die Geraden A_1B_1, A_2B_2, A_3B_3, wobei B_1, B_2, B_3 die Schnittpunkte der Geraden p′ mit den Fundamentallinien A_2A_3, A_1A_3, A_1A_2 bezeichnen. Bedeutet $u = 0$ die Gleichung (IV), so ergibt sich für A_1:

$$u_1 = 0, \quad u_2 = 0, \quad u_3 = 0$$

$u_{11} = 0$, $u_{12} = 0$, $u_{13} = 0$, $u_{22} = 2a_2^2x_1^4$, $u_{23} = 2a_2a_3x_1^4$, $u_{33} = 2a_3^2x_1^4$;*)

das Tangentenpaar im Doppelpunkt A_1 wird daher ausgedrückt durch die Gleichung:

$$a_2^2x_2^2 + 2a_2a_3x_2x_3 + a_3^2x_3^2 = 0 \quad \text{oder}$$
$$(a_2x_2 + a_3x_3)^2 = 0,$$

d. h. die Tangenten im betrachteten Doppelpunkt fallen zusammen, A_1 ist eine Spitze der C_6 und die zugehörige Rückkehrtangente ist $a_2x_2 + a_3x_3 = 0$, also A_1B_1. Letztere hat mit der C_6 in A_1 drei vereinigte Punkte gemein. Analog findet man, dass

$$a_1x_1 + a_3x_3 = 0, \quad a_1x_1 + a_2x_2 = 0$$

die Tangenten in den resp. Rückkehrpunkten A_2, A_3 vorstellen. (Tafel VI.)

---

*) Unter x_1 ist hier die erste Coordinate von A_1 zu verstehen.

Die Punkte E, E_1, E_2, E_3 sind Doppelpunkte mit je zwei von einander verschiedenen reellen oder imaginären Tangenten, also Knotenpunkte oder isolirte Punkte, je nachdem sie ausserhalb oder innerhalb des Kegelschnittes p liegen; die Tangenten in denselben werden nämlich angegeben durch die resp. von E, E_1, E_2, E_3 ausgehenden Kegelschnittstangenten. Das Tangentenpaar im Doppelpunkt E_3 z. B. hat die Gleichung:

$$(a_{12} - a_{13})^2 x_1^2 + (a_{12} - a_{23})^2 x_2^2 + (a_{13} + a_{23})^2 x_3^2 + 2\left[a_{12}(a_{23} - a_{12}) + a_{13}(a_{23} + a_{12})\right] . x_1 x_2 \\ 2\left[a_{13}(a_{13} - a_{12}) + a_{23}(a_{13} + a_{12})\right] . x_1 x_3 \\ + 2\left[a_{23}(a_{23} - a_{12}) + a_{13}(a_{23} + a_{12})\right] . x_2 x_3 = 0.$$

Enthält der Kegelschnitt p einen der Punkte E, E_1, E_2, E_3 (mehr als einen kann p nicht enthalten, wenn er nicht in ein Linienpaar zerfallen soll), dann wird derselbe zu einem Berührungsknoten der C_6 und die gemeinschaftliche Tangente der beiden sich in ihm berührenden Aeste ist die Tangente von p in diesem Punkte. *) Die C_6 mit drei Spitzen kann höchstens einen Berührungsknoten besitzen.

Für die Schnittpunkte der C_6 mit $x_1 = 0$ hat man

$$a_2^2 x_2^2 x_3^4 + a_3^2 x_3^2 x_2^4 + 2a_2 a_3 x_2^3 x_3^3 = 0 \quad \text{oder}$$
$$x_2^2 x_3^2 (a_2 x_3 + a_3 x_2)^2 = 0,$$

d. h. $x_1 = 0$ schneidet die C_6 in den Spitzen A_2, A_3 und berührt sie in $Q_1 (x_1 = 0,\ a_3 x_2 + a_2 x_3 = 0)$, dem Schnittpunkte der p-Tangente in A_1 mit $x_1 = 0$.

Da für $Q_1 \left(\frac{x_1}{x_3} = 0,\ \frac{x_2}{x_3} = -\frac{a_2}{a_3}\right)$ $u_2 = 0$ und $u_3 = 0$, während u_1 von 0 verschieden ist, so ergibt sich, in Uebereinstimmung mit dem Vorigen, als Gleichung der Tangente der C_6 im Punkte Q_1:

$$x_1 = 0.$$

Analog findet man, dass $x_2 = 0$ und $x_3 = 0$ die resp. Tangenten der C_6 in den Punkten

$$Q_2\left(x_2 = 0,\ \frac{x_1}{x_3} = -\frac{a_1}{a_3}\right)$$
$$Q_3\left(x_3 = 0,\ \frac{x_1}{x_2} = -\frac{a_1}{a_2}\right) \text{ sind.}$$

*) Geht z. B. p durch E_3, dann ist p' die Tangente von p in E_3, also gleichzeitig die Tangente im Berührungsknoten der C_6.

Die C_6 und der Kegelschnitt p haben zwölf gemeinsame Punkte, unter denen sich die doppelten Fundamentalpunkte befinden; sehen wir von den letztern ab, so bleiben noch sechs gemeinsame Punkte, welche die Inversen der sechs gemeinsamen Punkte von C_6 und der Geraden p′ sein müssen. Ist S ein von A_1, A_2, A_3 verschiedener gemeinsamer Punkt von p und C_6, so müssen sich in diesem Punkte die beiden Curven berühren; S repräsentirt also zwei gemeinsame Punkte. Im entsprechenden Punkte S′ berühren sich alsdann C_6 und die Gerade p′. Die C_6 berührt daher in drei Punkten den Kegelschnitt p und in ihren Inversen die Gerade p′. Der Geraden SS′, welche p in S berührt, entspricht ein Kegelschnitt C_2^*, welcher durch S und S′ geht und sowohl p′ als C_6 in S′ berührt. Es gibt drei Tangenten von p, deren entsprechende Kegelschnitte (C_2^*) sie in ihren Berührungspunkten schneiden; diese Punkte sind gleichzeitig die Berührungspunkte der beiden Curven C_6 und p, und in ihren Inversen berühren sich C_6, p′ und die bezüglichen Kegelschnitte C_2^*. Die Gerade p′ ist somit eine dreifache Tangente der C_6, ihre Berührungspunkte sind entweder reell und (im Allgemeinen) von einander verschieden oder es ist nur einer derselben reell. Um die Coordinaten der Berührungspunkte der dreifachen Tangente p′ zu erhalten, hat man die Gleichungen (2) und (IV) in Bezug auf $\frac{x_1}{x_3}$ und $\frac{x_2}{x_3}$ aufzulösen.

Die C_6 hat sechs unendlich ferne Punkte, welche paarweise imaginär sein können. In dem in Tafel VI skizzirten Falle, in welchem E und E_1 isolirte Punkte sind, liegen gar keine Punkte der C_6 im Unendlichen und nur ein Berührungspunkt der dreifachen Tangente p′ ist reell.

Die Plücker'schen Charaktere der Curve IV sind im allgemeinsten Falle (bei der allgemeinsten Lage des dem Dreieck $A_1A_2A_3$ umschriebenen Kegelschnittes p):

$$\mu = 6, \quad \delta = 4, \quad \varkappa = 3$$
$$\nu = 13, \quad \iota = 24, \quad \tau = 39.$$

Spezialfälle.

a) Der dem Fundamentaldreieck umschriebene Kegelschnitt p gehe durch E_3; dieser Fall tritt ein, wenn $a_3 = a_1 + a_2$.

Der feste Kegelschnitt hat die Gleichung

5. p) . . $a_1x_2x_3 + a_2x_1x_3 + (a_1 + a_2)x_1x_2 = 0.$

Die ihm entsprechende Gerade

6. p′) . . . $a_1x_1 + a_2x_2 + (a_1 + a_2)x_3 = 0$

enthält E_3 ebenfalls und berührt p in E_3.

Die hier entstehende C_6

$$\begin{aligned} IV_a)\ & a_1^2x_1^2(x_2^2 - x_3^2)^2 + a_2^2x_2^2(x_3^2 - x_1^2)^2 + (a_1 + a_2)^2x_3^2(x_1^2 - x_2^2)^2 \\ & - 2a_1a_2x_1x_2(x_2^2 - x_3^2)(x_3^2 - x_1^2) \\ & - 2a_1(a_1 + a_2)x_1x_3(x_2^2 - x_3^2)(x_1^2 - x_2^2) \\ & - 2a_2(a_1 + a_2)x_2x_3(x_3^2 - x_1^2)(x_1^2 - x_2^2) = 0 \end{aligned}$$

unterscheidet sich von der Curve IV wesentlich nur dadurch, dass E_3 ein Berührungsknoten ist, seine Tangente ist identisch mit der Geraden p′. Dieselbe ist eine dreifache Tangente, bei welcher zwei ihrer Berührungspunkte in E_3 zusammenfallen, und der dritte Berührungspunkt muss dann nothwendigerweise auch reell sein. Da E_3 zwei Doppelpunkte repräsentirt, so sind die Plücker'schen Charaktere der Curve:

$$\mu = 6,\quad \delta = 5,\quad \varkappa = 3$$
$$\nu = 11,\quad \iota = 18,\quad \tau = 25.$$

In dem speziellen Falle (siehe Tafel VII)

p′) . . . . . $x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 0$

p) . . . . . $x_2x_3 + 2x_1x_3 + 3x_1x_2 = 0$

$$\begin{aligned} C_6)\ & x_1^2(x_2^2 - x_3^2)^2 + 4x_2^2(x_3^2 - x_1^2)^2 + 9x_3^2(x_1^2 - x_2^2)^2 \\ & - 4x_1x_2(x_2^2 - x_3^2)(x_3^2 - x_1^2) \\ & - 6x_1x_3(x_2^2 - x_3^2)(x_1^2 - x_2^2) - 12x_2x_3(x_3^2 - x_1^2)(x_1^2 - x_2^2) = 0 \end{aligned}$$

ist E ein isolirter Punkt, E_3 ein Berührungsknoten und E_1, E_2 sind Knotenpunkte der C_6. Die Tangente in E_3 schneidet die Curve in sechs Punkten, für welche man hat:

$$(x_1 - x_2)^4 . (4x_1 + 5x_2)^2 = 0,$$

d. h. p′ hat in E_3 mit der C_6 vier zusammenfallende Punkte gemein und berührt sie ausserdem im Punkte

$$\mathfrak{B}'\left(\frac{x_2}{x_3} = -4,\ \frac{x_1}{x_3} = 5\right).$$

Die beiden sich in E_3 berührenden Curvenzweige sind imaginär.

Berührt der Kegelschnitt p (Gleichung 5) eine der Seiten des Dreiecks $E_1E_2E_3$, z. B. E_1E_2 in A_3, *) dann sondert sich von der Curve IVa die Gerade $x_1 + x_2 = 0$ ab und es bleibt eine Curve fünfter Ordnung, welche zwei Spitzen (A_1, A_2), einen Doppelpunkt (der isolirte Punkt E) und einen Berührungsknoten (E_3) besitzt, welch' letzterer ein isolirter Punkt der C_5 ist, da die beiden sich in ihm berührenden Curvenzweige imaginär sind. Für die C_5 ist E_1E_2 die Tangente im einfachen Punkte A_3 und die Gerade p′ eine Doppeltangente, deren Berührungspunkte in E_3 zusammenfallen; der fünfte Schnittpunkt von p′ mit der C_5 ist der Punkt ($x_3 = 0$, $x_1 + x_2 = 0$). Die C_5 hat die folgenden Plücker'schen Charaktere:

$$\mu = 5,\quad \delta = 3,\quad \varkappa = 2$$
$$\nu = 8,\quad \iota = 11,\quad \tau = 9.$$

---

b) Es sei p die dem Fundamentaldreieck umschriebene Ellipse, welche die Linien E_2E_3, E_1E_3, E_1E_2 beziehungsweise in A_1, A_2, A_3 berührt.

In diesem Falle hat p die Gleichung

7. p) . . . . $x_2x_3 + x_1x_3 + x_1x_2 = 0.$

Die dieser Ellipse entsprechende Gerade p′ ist

8. p′) . . . . . $x_1 + x_2 + x_3 = 0;$

sie ist die auf allen Seiten und an allen Ecken des Fundamentaldreiecks vom Punkte E harmonisch getrennte Einheitgerade e des mit $A_1A_2A_3$ identisch gedachten Liniencoordinatensystems A_2A_3, A_1A_3, A_1A_2. Dieselbe schneidet die Fundamentallinien in den respectiven Punkten

$$B_1\begin{pmatrix} x_1 = 0 \\ x_2 + x_3 = 0\end{pmatrix},\quad B_2\begin{pmatrix} x_2 = 0 \\ x_1 + x_3 = 0\end{pmatrix},\quad B_3\begin{pmatrix} x_3 = 0 \\ x_1 + x_2 = 0\end{pmatrix}.$$

Für die sich hier ergebende C_6 erhält man nach (IV) die Gleichung

$$x_1^2(x_2^2 - x_3^2)^2 + x_2^2(x_3^2 - x_1^2)^2 + x_3^2(x_1^2 - x_2^2)^2$$
$$- 2x_1x_2(x_2^2 - x_3^2)\ (x_3^2 - x_1^2) - 2x_1x_3(x_2^2 - x_3^2)\ (x_1^2 - x_2^2)$$
$$- 2x_2x_3(x_3^2 - x_1^2)\ (x_1^2 - x_2^2) = 0.$$

---

*) p ist die den Punkt E einschliessende Ellipse $x_2x_3 + x_1x_3 + 2x_1x_2 = 0$ und p′ die Gerade $x_1 + x_2 + 2x_3 = 0$.

Diese C_6 muss zerfallen. Weil E_2E_3 eine Tangente von p ist, so müssen ihre sämmtlichen Punkte der C_6 angehören, die Gerade $x_2 + x_3 = 0$ ist daher ein Theil der C_6. Ebenso sondern sich von der C_6 die geradlinigen Theile $x_1 + x_3 = 0$, $x_1 + x_2 = 0$ ab und es bleibt somit übrig eine C_3. In der That kann man auf der linken Seite obiger Curvengleichung die Faktoren $x_2 + x_3$, $x_1 + x_3$, $x_1 + x_2$ abtrennen und bekommt als Gleichung der C_6:

$$(x_2 + x_3)\,(x_1 + x_3)\,(x_1 + x_2)\,.$$
$$\left[x_1^2x_2 + x_1^2x_3 + x_2^2x_3 + x_1x_2^2 + x_1x_3^2 + x_2x_3^2 - 6x_1x_2x_3\right] = 0.$$

Sieht man von den Geraden $x_2 + x_3 = 0$, $x_1 + x_3 = 0$, $x_1 + x_2 = 0$ ab, so ist im vorliegenden Falle das Erzeugniss die Curve dritter Ordnung:

$$IV_b)\quad \begin{cases} x_1^2x_2 + x_1^2x_3 + x_2^2x_3 + x_1x_2^2 + x_1x_3^2 + x_2x_3^2 - 6x_1x_2x_3 = 0 \\ \quad \text{oder} \\ x_1^2(x_2 + x_3) + x_2^2(x_3 + x_1) + x_3^2(x_1 + x_2) - 6x_1x_2x_3 = 0. \end{cases}$$

Diese C_3 wird von den Fundamentallinien in je drei Punkten geschnitten und zwar

$$\text{von } x_1 = 0 \text{ in } A_2\begin{pmatrix} x_1 = 0 \\ x_3 = 0 \end{pmatrix},\ A_3\begin{pmatrix} x_1 = 0 \\ x_2 = 0 \end{pmatrix},\ B_1\begin{pmatrix} x_1 = 0 \\ x_2 + x_3 = 0 \end{pmatrix}$$

$$\text{von } x_2 = 0 \text{ in } A_1\begin{pmatrix} x_2 = 0 \\ x_3 = 0 \end{pmatrix},\ A_3\begin{pmatrix} x_2 = 0 \\ x_1 = 0 \end{pmatrix},\ B_2\begin{pmatrix} x_2 = 0 \\ x_1 + x_3 = 0 \end{pmatrix}$$

$$\text{von } x_3 = 0 \text{ in } A_1\begin{pmatrix} x_3 = 0 \\ x_2 = 0 \end{pmatrix},\ A_2\begin{pmatrix} x_3 = 0 \\ x_1 = 0 \end{pmatrix},\ B_3\begin{pmatrix} x_3 = 0 \\ x_1 + x_2 = 0 \end{pmatrix}.$$

Die Fundamentalpunkte sind also einfache Punkte der C_3 und die Tangenten in denselben stimmmen überein mit den Ellipsentangenten in A_1, A_2, A_3. *) Bezeichnet $u = 0$ die Gleichung (IV_b) so ist

$$u_1 = 2x_1x_2 + 2x_1x_3 + x_2^2 + x_3^2 - 6x_2x_3$$
$$u_2 = x_1^2 + 2x_2x_3 + 2x_1x_2 + x_3^2 - 6x_1x_3$$
$$u_3 = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1x_3 + 2x_2x_3 - 6x_1x_2$$
$$u_{11} = 2x_2 + 2x_3,\ u_{12} = 2x_1 + 2x_2 - 6x_3,\ u_{13} = 2x_1 + 2x_3 - 6x_2$$
$$u_{22} = 2x_3 + 2x_1,\ u_{23} = 2x_2 + 2x_3 - 6x_1,\ u_{33} = 2x_1 + 2x_2.$$

---

*) Da die C_3 sich selbst entspricht, so entspricht dem Punkte B_1 ein mit A_1 zusammenfallender Punkt B_1 in der Richtung A_1E_3, d. h. es ist E_2E_3 die Tangente der Curve in A_1.

Es ergeben sich nun folgende Gleichungen:

für die Tangente in A_1: $x_2 + x_3 = 0$
« « « « A_2: $x_1 + x_3 = 0$
« « « « A_3: $x_1 + x_2 = 0$
« « « « B_1: $-8x_1 + x_2 + x_3 = 0$
« « « « B_2: $x_1 - 8x_2 + x_3 = 0$
« « « « B_3: $x_1 + x_2 - 8x_3 = 0.$

Von den Punkten E, E_1, E_2, E_3 gehört einzig E der C_3 an, derselbe ist ein Doppelpunkt mit imaginären Tangenten, also ein isolirter Punkt der Curve.

Das Tangentenpaar in E hat die Gleichung

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 - x_1x_2 - x_1x_3 - x_2x_3 = 0.$$

Die einzelnen Tangenten sind die von E nach den imaginären Schnittpunkten von p' mit p gehenden Geraden, da $x_1 + x_2 + x_3 = 0$ (oder e) die Polare des Punktes E in Bezug auf die Ellipse p ist. Ihre Gleichungen lauten:

$$(1 - i\sqrt{3})x_1 + (1 + i\sqrt{3})x_2 - 2x_3 = 0$$
$$(1 + i\sqrt{3})x_1 + (1 - i\sqrt{3})x_2 - 2x_3 = 0.$$

Die Tangente

in B_1 enthält die Punkte $D_1\begin{pmatrix} x_2 = 0 \\ 8x_1 - x_3 = 0\end{pmatrix}$, $F_1\begin{pmatrix} x_3 = 0 \\ 8x_1 - x_2 = 0\end{pmatrix}$

« B_2 « « « $D_2\begin{pmatrix} x_1 = 0 \\ 8x_2 - x_3 = 0\end{pmatrix}$, $F_2\begin{pmatrix} x_3 = 0 \\ x_1 - 8x_3 = 0\end{pmatrix}$

« B_3 « « « $D_3\begin{pmatrix} x_1 = 0 \\ x_2 - 8x_3 = 0\end{pmatrix}$, $F_3\begin{pmatrix} x_2 = 0 \\ x_1 - 8x_3 = 0\end{pmatrix}$.

A_1D_2 und A_1D_3 sind inverse Strahlen
A_2D_1 « A_2F_3 « « «
A_3F_1 « A_3F_2 « « « ; *)

wenn daher eine der drei Tangenten in B_1, B_2, B_3 bekannt ist, so lassen sich die übrigen durch einfache Construction finden. (Tafel VIII, Fig. 1). Für die Schnittpunkte der C_3 mit ihrer Tangente in B_1 ergibt sich, wenn man in der Gleichung der Curve $x_1 = \frac{x_2 + x_3}{8}$ setzt: $(x_2 + x_3)^3 = 0$, d. h. alle drei Schnittpunkte fallen im Berührungs-

*) A_1D_2, A_1D_3, A_1B_1, A_1E bilden ein harmonisches Büschel und D_2, D_3, B_1, $^1E_1$ sind vier harmonische Punkte. Ebenso bilden je eine harmonische Gruppe D_1, F_3, B_2, $^2E_2$ und F_2, F_1, B_3, $^3E_3$.

punkte B_1 zusammen. Die betrachtete Tangente hat also in B_1 mit der C_3 drei vereinigte Punkte gemein, sie ist daher eine Inflexionstangente und B_1 ein Inflexionspunkt der C_3. Ebenso besitzt die Curve Inflexionen in B_2 und B_3.

Die Curve dritter Ordnung hat einen Doppelpunkt (isolirten Punkt), keine Spitzen, ist daher von der vierten Klasse und besitzt drei Inflexionstangenten und keine Doppeltangenten. Die drei Inflexionspunkte sind die Schnittpunkte der Geraden e (p′) mit der C_3.

Der dem Fundamentaldreieck umschriebene Kreis K schneidet die C_3 in sechs Punkten, worunter A_1, A_2, A_3 sich befinden; ausser den letztern gibt es also noch drei Schnittpunkte X, Y, Z von K mit C_3, ihre Inversen X′, Y′, Z′ sind die unendlich fernen Punkte der Curve, welche alle reell sein müssen. XX′, YY′, ZZ′, welche die Richtungen nach den unendlich fernen Punkten angeben, sind die resp. von X, Y, Z ausgehenden, zu den resp. Inversen von A_1X, A_1Y, A_1Z *) parallel laufenden Ellipsentangenten.

Die C_3 zerfällt in drei unendliche Aeste, von denen der eine (eine einfache Hyperbel genannt) keinen Inflexionspunkt hat und seine Asymptoten nicht durchschneidet, während der zweite (eine einfach inflektirte Hyperbel genannt) einen Inflexionspunkt hat und somit eine Asymptote durchsetzt, und der dritte (eine zweifach inflektirte Hyperbel) zwei Inflexionen hat und daher beide Asymptoten durchsetzt. Alle drei Theile bilden eine continuirliche Curve; der Theil eines Astes, welcher die Asymptote an ihrem einen Ende berührt, hängt zusammen mit dem Theil des zweiten Astes, welcher dieselbe Asymptote an ihrem andern Ende berührt. (Tafel VIII, Fig. 1.)

Wenn das Fundamentaldreieck gleichseitig ist, dann wird e (p′) zur unendlich fernen Geraden und die Ellipse p zum Kreise, welcher dem Dreieck $A_1A_2A_3$ umschrieben ist. Die Punkte X, Y, Z der Curve dritter Ordnung fallen resp. mit A_1, A_2, A_3 und daher ihre entsprechenden $\underset{\infty}{X'}$, $\underset{\infty}{Y'}$, $\underset{\infty}{Z'}$ mit den unendlich fernen Punkten der Fundamentallinien, d. h. resp. mit $\underset{\infty}{B_1}$, $\underset{\infty}{B_2}$, $\underset{\infty}{B_3}$ zusammen. Die unendlich fernen Punkte der C_3 sind daher identisch mit den im Unendlichen (auf den Fundamentallinien) liegenden Inflexionspunkten derselben. Die zugehörigen Tangenten oder die Asymptoten der C_3 sind die drei zu den Seiten des Fundamentaldreiecks und gleich weit von denselben abstehenden Parallelen

*) A_1 bedeutet A_1 oder A_2 oder A_3.

$-8x_1 + x_2 + x_3 = 0$, $x_1 - 8x_2 + x_3 = 0$, $x_1 + x_2 - 8x_3 = 0$; dieselben bilden ein zu $A_1A_2A_3$ ähnliches Dreieck mit dem nämlichen Mittelpunkt E.

Die Tangenten der C_3 im isolirten Punkt E sind die von E nach den unendlich fernen imaginären Kreispunkten gehenden Geraden.

Da die C_3 im Endlichen keine Inflexionen haben kann, so wird sie von ihren Asymptoten nirgends geschnitten und besteht daher aus drei sogenannten einfachen Hyperbeln. Die drei hyperbolischen Zweige sind symmetrisch in Bezug auf die Symmetrieaxen des gleichseitigen Fundamentaldreiecks und unter sich congruent. (Tafel VIII, Fig. 2.)

Wenn die Coordinatenaxen, wie gewöhnlich, ein beliebiges Dreieck bilden, so ergibt sich für die Ecken des von den Inflexionstangenten der C_3 gebildeten Dreiecks Folgendes:

Bezeichnet A_1^* den Schnittpunkt der beiden Inflexionstangenten B_2D_2, B_3D_3 (vergl. Fig. 1, Tafel VIII), so genügen seine Coordinaten den beiden Gleichungen:

$$A_1^* \begin{cases} x_1 - 8x_2 + x_3 = 0 \\ x_1 + x_2 - 8x_3 = 0. \end{cases}$$

Durch Subtraktion folgt: $9x_2 - 9x_3 = 0$ oder $x_2 - x_3 = 0$, d. h. A_1^* liegt auf A_1E. Ferner hat man für A_2^*, dem Schnittpunkt von B_1D_1 und B_3D_3:

$$\left.\begin{array}{r} -8x_1 + x_2 + x_3 = 0 \\ x_1 + x_2 - 8x_3 = 0 \end{array}\right\}, \text{ woraus folgt: } x_1 - x_3 = 0$$

und für die dritte Ecke A_3^*:

$$\left.\begin{array}{r} -8x_1 + x_2 + x_3 = 0 \\ x_1 - 8x_2 + x_3 = 0 \end{array}\right\}, \text{ woraus folgt: } x_1 - x_2 = 0;$$

d. h. A_2^* liegt auf A_2E und A_3^* auf A_3E. Nun sind (vergl. die Note auf Seite 38) EA_2, EA_3, EB_1, E^1E_1 vier harmonische Strahlen, daher auch EA_2^*, EA_3^*, EB_1, EE_1^*, und die Punkte A_2^*, A_3^*, B_1, E_1^* bilden eine harmonische Gruppe. Analog sind

A_1^*, A_3^*, B_2, E_2^* vier harmonische Punkte,

ebenso A_1^*, A_2^*, B_3, E_3^*.

Die Gerade p' ist somit auch auf allen Seiten und an allen Ecken des Dreiecks $A_1^*A_2^*A_3^*$ vom Punkte E harmonisch getrennt, oder der isolirte Punkt der C_3 ist der Pol der Verbindungslinie der Inflexionspunkte in Bezug auf das von den Inflexionstangenten gebildete Dreieck. *)

*) Vergl. Salmon-Fiedler, Höhere ebene Curven. Art. 216, pag. 239.

c) Der feste Kegelschnitt p sei der dem Fundamentaldreieck umschriebene Kreis K.

Die Gleichung des Kreises K heisst:

p) . . $\sin A_1 \cdot x_2x_3 + \sin A_2 \cdot x_1x_3 + \sin A_3 \cdot x_1x_2 = 0.$

Die Inverse von K ist die unendlich ferne Gerade der Ebene, ihre Gleichung lautet:

p′) . . . $\sin A_1 \cdot x_1 + \sin A_2 \cdot x_2 + \sin A_3 \cdot x_3 = 0.$ *)

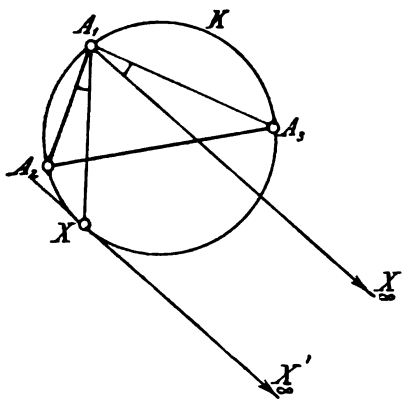
Im vorliegenden Falle geht Gleichung (IV) über in

$$\mathrm{IV_c}) \quad \sin^2 A_1 \cdot x_1^2(x_2^2 - x_3^2)^2 + \sin^2 A_2 \cdot x_2^2(x_3^2 - x_1^2)^2 + \sin^2 A_3 \cdot x_3^2(x_1^2 - x_2^2)^2 - 2\sin A_1 \sin A_2 \cdot x_1x_2(x_2^2 - x_3^2)(x_3^2 - x_1^2) - 2\sin A_1 \sin A_3 \cdot x_1x_3(x_2^2 - x_3^2)(x_1^2 - x_2^2) - 2\sin A_2 \sin A_3 \cdot x_2x_3(x_3^2 - x_1^2)(x_1^2 - x_2^2) = 0.$$

Die durch diese Gleichung repräsentirte C_6 besitzt drei Spitzen in A_1, A_2, A_3, drei Knotenpunkte in E_1, E_2, E_3 und einen isolirten Punkt in E. Die Punkte B_1, B_2, B_3 sind unendlich fern, Q_1, Q_2, Q_3 die Schnittpunkte der resp. Kreistangenten in A_1, A_2, A_3 mit den gegenüberliegenden Fundamentallinien. Die Rückkehrtangenten sind die Geraden $A_1\overset{\infty}{B}_1$, $A_2\overset{\infty}{B}_2$, $A_3\overset{\infty}{B}_3$, deren Gleichungen lauten:

$$\sin A_2 \cdot x_2 + \sin A_3 \cdot x_3 = 0, \quad \sin A_1 \cdot x_1 + \sin A_3 \cdot x_3 = 0, \quad \sin A_1 \cdot x_1 + \sin A_2 \cdot x_2 = 0.$$

Die Tangenten der C_6 in Q_1, Q_2, Q_3 sind, wie im allgemeinen Falle IV, bezw. die Fundamentallinien $x_1 = 0$, $x_2 = 0$, $x_3 = 0$.



Da den Kreistangenten lauter Parabeln entsprechen, mit Ausnahme der drei Paare paralleler Geraden $A_2A_3, A_1\overset{\infty}{B}_1$; $A_1A_3, A_2\overset{\infty}{B}_2$; $A_1A_2, A_3\overset{\infty}{B}_3$, so stellt die C_6 den Ort der Schnittpunkte der Kreistangenten mit ihren entsprechenden Parabeln vor. (T. IX.)

Die unendlich ferne Gerade ist eine dreifache Tangente der C_6, ihre Berührungspunkte sind reell und von einander verschieden, wie sich in der Folge zeigen wird. Ist $\overset{\infty}{X}'$ ein

*) Unter A_1, A_2, A_3 sind hier die Winkel des Fundamentaldreiecks zu verstehen.

Berührungspunkt, so liegt der Inverse X auf dem Kreise K (fällt mit keinem Fundamentalpunkt zusammen, so lange das Fundamentaldreieck ein beliebiges ist) und repräsentirt einen Berührungspunkt von C_6 und K. Die Gerade $X\overset{\infty}{X}'$ muss die Kreistangente in X sein und ihr entspricht die durch A_1, A_2, A_3, X, $\overset{\infty}{X}'$ gehende Parabel, deren Axe parallel $X\overset{\infty}{X}'$ ist und welche die unendlich ferne Gerade, also auch die C_6, in $\overset{\infty}{X}'$ berührt.

Wenn $x_2 + \lambda x_3 = 0$ die Gleichung des Strahles A_1X bedeutet, dann hat man für die Coordinaten von X:

$$x_1 : x_2 : x_3 = \lambda \sin A_1 : -\lambda(\sin A_2 - \lambda \sin A_3) : (\sin A_2 - \lambda \sin A_3),$$

für diejenigen von $\overset{\infty}{X}'$:

$$x_1' : x_2' : x_3' = (\sin A_2 - \lambda \sin A_3) : -\sin A_1 : \lambda \sin A_1$$

und die Gleichung der Kreistangente in X lautet:

$$(\sin A_2 - \lambda \sin A_3)^2 \cdot x_1 + \sin A_1 \sin A_2 \cdot x_2 + \lambda^2 \cdot \sin A_1 \sin A_3 \cdot x_3 = 0.$$

Diese Gleichung muss auch für die Coordinaten von $\overset{\infty}{X}'$ erfüllt sein, setzt man daher x_i' an Stelle von x_i, so erhält man zur Bestimmung von λ die cubische Gleichung:

$$\lambda^3 \sin(A_1 - A_3) + 3\lambda^2 \sin A_3 - 3\lambda \sin A_2 - \sin(A_1 - A_2) = 0.$$

Ihre Wurzeln sind reell und von einander verschieden, woraus folgt, dass es auf dem Kreise K drei Punkte X, Y, Z gibt, in denen die Tangenten der C_6 zugleich Kreistangenten sind. *) Die Tangenten $X\overset{\infty}{X}'$, $Y\overset{\infty}{Y}'$, $Z\overset{\infty}{Z}'$ geben gleichzeitig die Richtungen nach den unendlich fernen Punkten $\overset{\infty}{X}'$, $\overset{\infty}{Y}'$, $\overset{\infty}{Z}'$ der C_6 an. Von den im allgemeinen Falle IV auftretenden sechs unendlich fernen Punkten fallen also je zwei zusammen und bilden einen Berührungspunkt der C_6 mit der unendlich fernen Geraden. Die C_6 hat also keine im Endlichen liegenden Asymptoten und sie besteht aus drei Theilen, wovon der eine, mit zwei Spitzen und einem Knotenpunkt versehen, ganz im Endlichen liegt, — der zweite, eine Spitze und einen Knoten besitzend, ein unendlicher Ast ist, der, ähnlich wie die Parabel, die unendlich ferne Gerade berührt, und der dritte, einen Knoten enthaltend, die unendlich

*) X, Y, Z bilden ein gleichseitiges Dreieck, was planimetrisch leicht bewiesen werden kann; daher Kreistangente $X\overset{\infty}{X}' \parallel YZ$, $Y\overset{\infty}{Y}' \parallel XZ$ und $Z\overset{\infty}{Z}' \parallel XY$. Die Richtungen nach den unendlich fernen Punkten $\overset{\infty}{X}'$, $\overset{\infty}{Y}'$, $\overset{\infty}{Z}'$ werden also angegeben durch die respectiven Dreiecksseiten YZ, XZ, XY.

ferne Gerade zwei Mal berührt. Jeder dieser Theile bildet einen zusammenhängenden Curvenzweig. *)

Ist im Fundamentaldreieck $\measuredangle A_3 = \measuredangle A_3$, so geht die cubische Gleichung für λ über in

$$\lambda^3 + \frac{3\sin A_2}{\sin(A_1 - A_2)} \cdot \lambda^2 - \frac{3\sin A_2}{\sin(A_1 - A_2)} \cdot \lambda - 1 = 0.$$

Hiervon ist $\lambda = 1$ eine Wurzel, ein Berührungspunkt X fällt also in den Schnittpunkt von $x_2 + x_3 = 0$ mit K, d. h. fällt mit A_1 zusammen. Der entsprechende unendlich ferne Punkt $\underset{\infty}{X'}$ ist dann der Schnittpunkt der Fundamentallinie $x_1 = 0$ mit der zu ihr parallelen Kreistangente in A_1 ($x_2 + x_3 = 0$). Die beiden andern Wurzeln ergeben sich aus

$$\lambda^2 + \left[\frac{\sin(A_1 - A_2) + 3\sin A_2}{\sin(A_1 - A_2)}\right] \lambda + 1 = 0$$

$$\lambda = \frac{-[\sin(A_1 - A_2) + 3\sin A_2] \pm \sqrt{[\sin(A_1 - A_2) + 3\sin A_2]^2 - 4\sin^2(A_1 - A_2)}}{2\sin(A_1 - A_2)}\ \dagger);$$

sie sind beide negativ oder beide positiv, je nachdem $A_1 \gtrless A_2$ ist, und die eine ist der reciproke Werth der andern. Denselben gehören die Punkte Y und Z zu, welche auf einer Parallelen zu A_2A_3 liegen und zwar beide unter oder über A_2A_3; die Tangenten in Y und Z sind symmetrisch zu A_1M. **) — Da $x_2 + x_3 = 0$ eine Tangente von K ist, so reducirt sich die C_6 auf eine C_5; ihre Gleichung lautet:

$$\sin^2 A_1 \cdot x_1^2(x_2 + x_3)(x_2 - x_3)^2 + \sin^2 A_2 \cdot (x_2 + x_3)(x_1^2 - x_2x_3)^2 + 2\sin A_1 \sin A_2 \cdot x_1(x_2 - x_3)^2(x_1^2 + x_2x_3) = 0.$$

---

*) Die durch die Gleichung $1V_6$ ausgedrückte C_6 ist der Ort der Brennpunkte derjenigen die Fundamentallinien berührenden Kegelschnitte, deren Axen den dem Fundamentaldreieck umschriebenen Kreis K umhüllen.

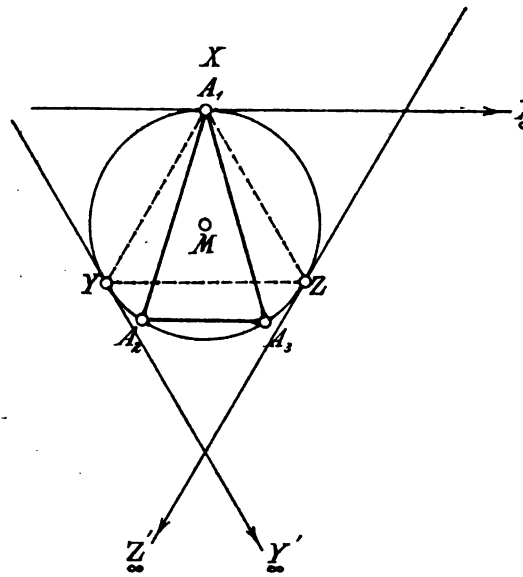
†) Berücksichtigt man, dass $\sin(A_1 - A_2) = \sin 3A_2$, so wird

$$\lambda = \frac{-(3 - 2\sin^2 A_2) \pm 2\sin A_2 \cos A_2 \cdot \sqrt{3}}{3 - 4\sin^2 A_2} \quad \text{oder}$$

$$\lambda = \frac{-(3 - 2\sin^2 A_2) \pm \sqrt{3} \cdot \sin 2A_2}{3 - 4\sin^2 A_2}.$$

**) X, Y, Z bilden ein gleichseitiges Dreieck, ebenso die Tangenten $\underset{\infty}{XX'}$, $\underset{\infty}{YY'}$, $\underset{\infty}{ZZ'}$.

Diese C_5 besitzt zwei Spitzen (in A_2 und A_3), zwei Doppelpunkte (den isolirten Punkt E und den Knotenpunkt E_1), ist daher von der zehnten Klasse, hat 17 Inflexionstangenten und 17 Doppeltangenten. (Tafel X.) Sie berührt die Gerade $x_2 + x_3 = 0$ in A_1 und die unendlich ferne Gerade in $\underset{\infty}{Y}'$ und $\underset{\infty}{Z}'$, den Inversen von Y und Z, welche Berührungspunkte von C_5 und K sind. Die unendlich ferne Gerade ist eine Doppeltangente der C_5 und schneidet die Curve in $\underset{\infty}{X}'$. Die einzige im Endlichen liegende Asymptote der C_5 ist die Tangente in $\underset{\infty}{X}'$, dieselbe ist eine zu A_2A_3 parallele Gerade, welche die Gleichung hat:



$$-\ 8\sin A_1 \,.\, x_1 + \sin A_2 \,.\, x_2 + \sin A_2 x_3 = 0.$$

Die Asymptote hat mit der Curve in $\underset{\infty}{X}'$ drei zusammenfallende Punkte gemein, ist daher Inflexionstangente und $\underset{\infty}{X}'$ ein Inflexionspunkt der Curve; letztere wird im Endlichen von der Asymptote nicht geschnitten.

Die C_5 ist vollständig symmetrisch in Bezug auf die Halbirungslinie des Winkels A_1.

Wenn $\sphericalangle A_1 = \sphericalangle A_2 = \sphericalangle A_3$ ist, so fällt X mit A_1, Y mit A_2, Z mit A_3 zusammen und es ergibt sich genau dieselbe Curve dritter Ordnung, die wir unter IV_b in dem speziellen Falle erhielten, in welchem ein gleichseitiges Fundamentaldreieck angenommen wurde. (Siehe pag. 40 und Tafel VIII, Fig. 2.)

Das behandelte Problem kann in der Weise verallgemeinert werden, dass der feste Kegelschnitt p ersetzt wird durch eine Curve m.) Ordnung n.) Klasse; ihre Inverse oder Transformirte ist eine Curve von der Ordnung 2m, für welche die Fundamentalpunkte mfache Punkte sind. Als Ort der Schnittpunkte aller Tangenten der festen Curve (C_m^n) mit ihren entsprechenden Kegelschnitten ergibt sich eine Curve von der Ordnung 3n, für welche sowohl die Fundamentalpunkte als die sich selbst entsprechenden Punkte E, E_1, E_2, E_3 nfache Punkte sind. Die Tangenten der C_{3n} im Fundamentalpunkt A_i sind die Inversen der von A_i aus an die feste Curve p gehenden n Tangenten, in A_i schneiden sich also (im Allgemeinen) n Curvenzweige, welche natürlich paarweise imaginär sein können. Gehört A_i als einfacher Punkt der Curve p an, dann vereinigen sich zwei von den n Curventangenten, und zwei der durch A_i gehenden Aeste der C_{3n} bilden daher eine Spitze. Im Schnittpunkt der zu A_i gehörigen Tangente von p mit der Fundamentallinie $x_i = 0$ berührt die letztere die Curve C_{3n} und schneidet sie ausser in den Fundamentalpunkten A_k und A_l noch in n — 2 einfachen Punkten.

Die Tangenten der C_{3n} in einem der nfachen Punkte E sind die von E aus an die feste Curve p gehenden Tangenten. Ist E ein einfacher Punkt der Curve p, so gehen durch denselben n Zweige der Curve C_{3n}, von denen sich zwei in ihm berühren.

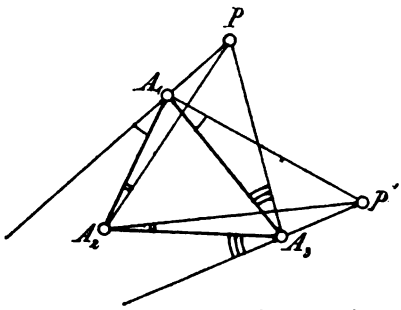
Wenn die feste Curve eine der Seiten des vollständigen Vierecks $E E_1 E_2 E_3$ β Mal berührt, so hat die erzeugte Curve die Ordnungszahl $3n - \beta$. *)

Eine eingehende Untersuchung einzelner besonders interessanter Fälle, in welchen die feste Curve p von höherem als dem zweiten Grade ist, soll demnächst an anderer Stelle erfolgen.

---

*) Die C_{3n} ist der Ort der Brennpunkte derjenigen die Fundamentallinien berührenden Kegelschnitte, deren Axen eine feste Curve C_m^n umhüllen.

Zum Schlusse verdient noch besondere Beachtung der Spezialfall, in welchem der feste Kegelschnitt p zu einem Punkt P zusammenschrumpft. Die Gesammtheit der beweglichen Geraden d. h. der Tangenten von p geht über in das Strahlenbüschel mit dem Scheitel P und die den beweglichen Geraden entsprechenden Kegelschnitte bilden das zum Strahlenbüschel projektivische Kegelschnittbüschel mit den Grundpunkten A_1, A_2, A_3, P', wobei P' den entsprechenden (inversen) Punkt von P bedeutet. Der Ort der Schnittpunkte der beweglichen Geraden mit ihrem entsprechenden Kegelschnitt ist das Erzeugniss der beiden projektivischen Büschel.



Um das Strahlenbüschel durch eine Gleichung auszudrücken, müssen die Coordinaten seines Scheitels P oder aber die Gleichungen von zwei durch P gehenden (und P bestimmenden) Strahlen gegeben sein. Die einfachste Gleichungsform haben im Büschel P die Strahlen PA_1, PA_2 und PA_3. Wenn PA_1 und PA_2 durch die Gleichungen

1. $PA_1)$ . . . . . $a_2x_2 + a_3x_3 = 0$
2. $PA_2)$ . . . . . $a_1x_1 + a_3x_3 = 0$ *)

repräsentirt werden, so ist für die Coordinaten von P:

$$\frac{x_1}{x_3} = -\frac{a_3}{a_1}, \quad \frac{x_2}{x_3} = -\frac{a_3}{a_2} \quad \text{oder}$$

$$x_1 : x_2 : x_3 = a_2a_3 : a_3a_1 : -a_1a_2$$

und für die Coordinaten des entsprechenden Punktes P':

$$x_1' : x_2' : x_3' = a_1 : a_2 : -a_3.$$

Der Strahl PA_3 hat die aus (1) und (2) durch Subtraktion sich ergebende Gleichung:

3. $PA_3)$ . . . . . $a_1x_1 - a_2x_2 = 0.$

Das Strahlenbüschel wird nun repräsentirt durch:

4. . . . $\begin{cases} (a_2x_2 + a_3x_3) + \lambda(a_1x_1 + a_3x_3) = 0 \\ \lambda a_1x_1 + a_2x_2 + (1 + \lambda) \cdot a_3x_3 = 0. \end{cases}$ oder

Wenn der variable Parameter die Werthe 0, ∞, -1 annimmt, so gibt (4) respektive die Gleichungen der Strahlen PA_1, PA_2, PA_3. Das entsprechende Kegelschnittbüschel erhält alsdann die Gleichung:

*) a_1, a_2, a_3 bedeuten positive oder negative constante Zahlen.

$$5. \quad \begin{cases} a_2x_1x_3 + a_3x_1x_2 + \lambda(a_1x_2x_3 + a_3x_1x_2 = 0 \quad \text{oder} \\ \lambda a_1x_2x_3 + a_2x_1x_3 + (1 + \lambda) \cdot a_3x_1x_2 = 0. \end{cases}$$

In diesem Büschel gibt es stets drei in Linienpaare zerfallende Kegelschnitte, nämlich die Gegenseitenpaare des Vierecks $A_1A_2A_3P'$:

$$A_1P', \; A_2A_3; \quad A_2P', \; A_1A_3; \quad A_3P', \; A_1A_2;$$

dieselben entsprechen den resp. Strahlen

$$A_1P, \quad A_2P, \quad A_3P.$$

Da einer Geraden eine Ellipse, Parabel oder Hyperbel entspricht, je nachdem sie den Kreis K nicht schneidet, berührt oder schneidet, so wird das Kegelschnittbüschel bei jeder beliebigen Lage des Punktes P Hyperbeln enthalten, darunter eine gleichseitige, die Inverse des Strahles PM. Dagegen können Ellipsen und zwei Parabeln nur dann vorkommen, wenn P ausserhalb des Kreises K liegt; die zwei Parabeln entsprechen den von P ausgehenden Kreistangenten. Befindet sich P auf dem Kreise, so existirt nur eine Parabel, sie ist die Inverse der zu P gehörigen Kreistangente; in diesem Falle liegt der vierte Grundpunkt P′ im Unendlichen. Endlich kann das Kegelschnittbüschel einen Kreis und zwar K selbst enthalten, wenn P ein Punkt der unendlich fernen Geraden ist und demzufolge P′ auf K liegt.

Das Strahlenbüschel mit dem Scheitel P und das Kegelschnittbüschel mit den Grundpunkten A_1, A_2, A_3, P′ sind nun offenbar projektivisch und erzeugen demnach eine ebene Curve. Das Erzeugniss dieser beiden projektivischen Gebilde ist der geometrische Ort der Schnittpunkte entsprechender Elemente; seine Gleichung ergibt sich durch Elimination von λ zwischen den Gleichungen (4) und (5).

Aus (4) folgt: $\lambda = -\dfrac{a_2x_2 + a_3x_3}{a_1x_1 + a_3x_3}$; diess in (5) eingesetzt gibt:

$$(a_2x_2 + a_3x_3)(a_1x_2x_3 + a_3x_1x_2) - (a_1x_1 + a_3x_3)(a_2x_1x_3 + a_3x_1x_2) = 0$$

oder

$$6. \quad \begin{cases} a_1x_1^2(a_3x_2 + a_2x_3) - a_2x_2^2(a_3x_1 + a_1x_3) + a_3x_3^2(a_2x_1 - a_1x_2) = 0 \\ \text{oder} \\ a_1x_2x_3(a_2x_2 + a_3x_3) - a_2x_1x_3(a_1x_1 + a_3x_3) - a_3x_1x_2(a_1x_1 - a_2x_2 = 0 \\ \text{oder} \\ a_2a_3x_1(x_2^2 - x_3^2) + a_1a_3x_2(x_3^2 - x_1^2) - a_1a_2x_3(x_1^2 - x_2^2) = 0. \end{cases}$$

Das Erzeugniss ist daher eine Curve dritter Ordnung. Diese C_3 enthält sowohl die Grundpunkte des Kegelschnittbüschels als den Scheitel des Strahlenbüschels, ferner die Punkte

$$E\begin{pmatrix} x_1 = 1 \\ x_2 = 1 \\ x_3 = 1 \end{pmatrix}, \quad E_1\begin{pmatrix} x_1 = -1 \\ x_2 = 1 \\ x_3 = 1 \end{pmatrix}, \quad E_2\begin{pmatrix} x_1 = 1 \\ x_2 = -1 \\ x_3 = 1 \end{pmatrix}, \quad E_3\begin{pmatrix} x_1 = 1 \\ x_2 = 1 \\ x_3 = -1 \end{pmatrix}$$

und die Punkte Q_1, Q_2, Q_3, in denen die Strahlen PA_1, PA_2, PA_3 die resp. Fundamentallinien A_2A_3, A_1A_3, A_1A_2 schneiden. (Tafel XI.) Diese zwölf ausgezeichneten Punkte der C_3

A_1 und Q_1, A_2 und Q_2, A_3 und Q_3, E, E_1, E_2, E_3, P und P′

sind die Durchschnittspunkte der acht Strahlen

PA_1, PA_2, PA_3, PE, PE_1, PE_2, PE_3, PP′

mit ihren entsprechenden Kegelschnitten. (Dem Strahl PP′ entspricht der durch A_1, A_2, A_3, P, P′ bestimmte Kegelschnitt.) Die Punkte Q_1, Q_2, Q_3, welche zu den Schnittpunkten der C_3 mit den resp. Fundamentallinien $x_1 = 0$, $x_2 = 0$, $x_3 = 0$ gehören, haben folgende Coordinaten:

$$\begin{aligned} Q_1)\quad & x_1 : x_2 : x_3 = 0 : a_3 : -a_2 \\ Q_2)\quad & x_1 : x_2 : x_3 = a_3 : 0 : -a_1 \\ Q_3)\quad & x_1 : x_2 : x_3 = a_2 : a_1 : 0. \end{aligned}$$

Die C_3 entspricht sich selbst und zwar in der Weise, dass entsprechende Punkte auf Strahlen durch P liegen. *)

Jeder durch P gehende Strahl hat mit der C_3 ausser P noch zwei Punkte S_1 und S_2 gemein, die zu einander invers sind und welche reell und verschieden oder zusammenfallend oder imaginär sein können. **) Sie fallen zusammen für die vier Strahlen PE, PE_1, PE_2, PE_3. Bei dem Strahl PP′ fällt einer der Punkte S_1, S_2 mit P, der andere mit P′ zusammen.

Nach dem Vorhergehenden ist es nun leicht, für einige der bereits bekannten Punkte der C_3 die Tangenten anzugeben. Die Tangente in A_1 ist die Gerade $P'A_1$, denn da die Curve sich selbst entspricht, so entspricht dem Punkte Q_1 ein dem Punkte A_1 unendlich naher Punkt in der Richtung von A_1P', demnach muss A_1P' die C_3 in A_1 berühren. Ebenso sind $P'A_2$, $P'A_3$ die resp. Tangenten der C_3

---

*) Diess ergibt sich ohne Weiteres aus der Erzeugungsweise der C_3 und wird direkt nachgewiesen, wenn man ihre Gleichung transformirt.

**) S_1 und S_2 sind die Brennpunkte eines Kegelschnittes, welcher dem Fundamentaldreiseit eingeschrieben ist; es liegen daher die Brennpunkte sämmtlicher die Fundamentallinien berührenden Kegelschnitte, deren Axen das Strahlenbüschel mit dem Scheitel P bilden, auf der C_3.

in A_2 und A_3. Dem Strahl PE entspricht ein ihn in E berührender Kegelschnitt, PE hat daher mit der C_3 in E zwei zusammenfallende Punkte gemein, d. h. ist die Tangente der Curve in E. Aus analogen Gründen wird die C_3 von den Strahlen PE_1, PE_2, PE_3 bezw. in E_1, E_2, E_3 berührt. Der Strahl PP′ hat mit der C_3 in P zwei vereinigte Punkte gemein, ist daher die zu P gehörige Tangente der Curve. In Folge dessen (und des Umstandes, dass dem Curvenelement bei P dasjenige bei P′ entspricht) muss der dem Strahle PP′ correspondirende Kegelschnitt die C_3 in P′ berühren; die Tangente des durch die fünf Punkte A_1, A_2, A_3, P, P′ bestimmten Kegelschnittes in P′ stellt somit die Curventangente in letzterem Punkte vor.

Vorstehendes wird analytisch am einfachsten bestätiget durch die Aufstellung der Gleichungen der Tangenten.

Wir schreiben die Gleichung der C_3 in der Form:

$$u \equiv a_1a_3x_1^2x_2 + a_1a_2x_1^2x_3 - a_1a_2x_2^2x_3 - a_2a_3x_1x_2^2 + a_2a_3x_1x_3^2 - a_1a_3x_2x_3^2 = 0$$

und bilden

$$u_1 = \frac{\partial u}{\partial x_1} = 2a_1a_3x_1x_2 + 2a_1a_2x_1x_3 - a_2a_3x_2^2 + a_2a_3x_3^2$$

$$u_2 = \frac{\partial u}{\partial x_2} = a_1a_3x_1^2 - 2a_1a_2x_2x_3 - 2a_2a_3x_1x_2 - a_1a_3x_3^2$$

$$u_3 = \frac{\partial u}{\partial x_3} = a_1a_2x_1^2 - a_1a_3x_2^2 + 2a_2a_3x_1x_3 - 2a_1a_3x_2x_3.$$

In diesen Ausdrücken sind nun an Stelle der x_i die Coordinaten der Berührungspunkte der betreffenden Tangenten zu setzen. Für $A_1(x_1 = h_1,\ x_2 = 0,\ x_3 = 0)$ folgt:

$$u_1 = 0,\quad u_2 = a_1a_3h_1^2,\quad u_3 = a_1a_2h_1^2;$$

somit lautet die Gleichung der Tangente in A_1: $a_3x_2 + a_2x_3 = 0$. Diess ist aber die Gleichung des zu PA_1 inversen Strahles $P'A_1$.

Für $A_2(x_1 = 0,\ x_2 = h_2,\ x_3 = 0)$ ergibt sich:

$$u_1 = -a_2a_3h_2^2,\quad u_2 = 0,\quad u_3 = -a_1a_2h_2^2;$$

die Tangente der C_3 in A_2 hat daher die Gleichung

$$a_3x_1 + a_1x_3 = 0,$$

welche identisch ist mit der Gleichung von $P'A_2$.

$A_3(x_1 = 0,\ x_2 = 0,\ x_3 = h_3)$ gibt:

$$u_1 = a_2a_3h_3^2,\quad u_2 = -a_1a_3h_3^2,\quad u_3 = 0;$$

die Tangente in A_3 wird also ausgedrückt durch $a_2x_1 - a_1x_2 = 0$, d. h. sie ist identisch mit dem Strahl $P'A_3$.

Bevor wir die Gleichungen der Tangenten der C_3 in den Punkten E, E_1, E_2, E_3, P, P′ ermitteln, suchen wir die Gleichungen der Strahlen PE, PE_1, PE_2, PE_3, PP′ und der zu P′ gehörigen Tangente des dem Strahl PP′ entsprechenden Kegelschnittes.

Für die Coordinaten von E(1, 1, 1) geht die Gleichung (4) über in $a_2 + a_3 + \lambda(a_1 + a_3) = 0$, woraus folgt:

$$\lambda = -\frac{a_2 + a_3}{a_1 + a_3}.$$

Der Strahl PE erhält somit die Gleichung:

$$a_2x_2 + a_3x_3 - \frac{a_2 + a_3}{a_1 + a_3}(a_1x_1 + a_3x_3) = 0 \qquad \text{oder}$$

PE) $\ldots\ a_1(a_2 + a_3)x_1 - a_2(a_3 + a_1)x_2 - a_3(a_1 - a_2)\,.\,x_3 = 0.$

Analog ergeben sich für PE_1, PE_2, PE_3, PP′ die Gleichungen:

PE_1) $a_1(a_2 + a_3)x_1 - a_2(a_3 - a_1)x_2 + a_3(a_1 + a_3)x_3 = 0$

PE_2) $a_1(a_2 - a_3)x_1 + a_2(a_3 + a_1)x_2 + a_3(a_1 + a_2)x_3 = 0$

PE_3) $a_1(a_2 - a_3)x_1 + a_2(a_3 - a_1)x_2 - a_3(a_1 - a_2)x_3 = 0$

PP′) $a_1(a_2^2 - a_3^2)x_1 + a_2(a_3^2 - a_1^2)x_2 - a_3(a_1^2 - a_2^2)x_3 = 0.$

Der dem Strahl PP′ entsprechende Kegelschnitt hat die Gleichung

$$a_1(a_2^2 - a_3^2)x_2x_3 + a_2(a_3^2 - a_1^2)x_1x_3 - a_3(a_1^2 - a_2^2)x_1x_2 = 0$$

und seine Tangente in P′ ist

$$a_2a_3(a_2^2 - a_3^2)\,.\,x_1 + a_1a_3(a_3^2 - a_1^2)\,.\,x_2 - a_1a_2(a_1^2 - a_2^2)\,.\,x_3 = 0.$$

Da nun u_1, u_2, u_3 für die Coordinaten von E, E_1, E_2, E_3, P, P′ die Werthe annehmen:

(E) $\begin{cases} u_1 = 2a_1(a_2 + a_3) \\ u_2 = -2a_2(a_3 + a_1) \\ u_3 = -2a_3(a_1 - a_2) \end{cases}$ (E_1) $\begin{cases} u_1 = -2a_1(a_2 + a_3) \\ u_2 = 2a_2(a_3 - a_1) \\ u_3 = -2a_3(a_1 + a_2) \end{cases}$

(E_2) $\begin{cases} u_1 = 2a_1(a_2 - a_3) \\ u_2 = 2a_2(a_3 + a_1) \\ u_3 = 2a_3(a_1 + a_2) \end{cases}$ (E_3) $\begin{cases} u_1 = -2a_1(a_2 - a_3) \\ u_2 = -2a_2(a_3 - a_1) \\ u_3 = 2a_3(a_1 - a_2) \end{cases}$

(P) $\begin{cases} u_1 = -a_1^2a_2a_3(a_2^2 - a_3^2) \\ u_2 = -a_1a_2^2a_3(a_3^2 - a_1^2) \\ u_3 = a_1a_2a_3^2(a_1^2 - a_2^2) \end{cases}$ (P′) $\begin{cases} u_1 = -a_2a_3(a_2^2 - a_3^2) \\ u_2 = -a_1a_3(a_3^2 - a_1^2) \\ u_3 = a_1a_2(a_1^2 - a_2^2)\ *) \end{cases}$

---

*) Bei jeder dieser sechs Werthegruppen ist ein constanter Faktor weggelassen worden.

so lauten die Gleichungen der Tangenten der C_3 in E, E_1, E_2, E_3, P, P' folgendermassen:

$t_E)$ $a_1(a_2 + a_3)x_1 - a_2(a_3 + a_1)x_2 - a_3(a_1 - a_2)x_3 = 0$

$t_{E_1})$ $a_1(a_2 + a_3)x_1 - a_2(a_3 - a_1)x_2 + a_3(a_1 + a_2)x_3 = 0$

$t_{E_2})$ $a_1(a_2 - a_3)x_1 + a_2(a_3 + a_1)x_2 + a_3(a_1 + a_2)x_3 = 0$

$t_{E_3})$ $a_1(a_2 - a_3)x_1 + a_2(a_3 - a_1)x_2 - a_3(a_1 - a_2)x_3 = 0$

$t_P)$ $a_1(a_2^2 - a_3^2)x_1 + a_2(a_3^2 - a_1^2)x_2 - a_3(a_1^2 - a_2^2)x_3 = 0$

$t_{P'})$ $a_2a_3(a_2^2 - a_3^2)x_1 + a_1a_3(a_3^2 - a_1^2)x_2 - a_1a_2(a_1^2 - a_2^2)x_3 = 0.$

Die Tangenten t_E, t_{E_1}, t_{E_2}, t_{E_3}, t_P stimmen also vollständig mit den resp. Strahlen PE, PE_1, PE_2, PE_3, PP' und $t_{P'}$ mit der Tangente des zu PP' inversen Kegelschnittes in P' überein.

Endlich erhält man für die Tangenten der C_3 in Q_1, Q_2, Q_3 folgende Gleichungen:

$t_{Q_1})$ . . . $(a_2^2 - a_3^2)x_1 + a_1a_2x_2 + a_1a_3x_3 = 0$

$t_{Q_2})$ . . . $a_1a_2x_1 - (a_3^2 - a_1^2)x_2 + a_2a_3x_3 = 0$

$t_{Q_3})$ . . . $a_1a_3x_1 - a_2a_3x_2 - (a_1^2 - a_2^2)x_3 = 0.$

Für diese Tangenten lassen sich auch sehr einfache Constructionen herleiten. Zu diesem Zwecke stellen wir die Gleichungen der Geraden Q_1P', Q_2P' und Q_3P' auf und vergleichen dieselben mit denjenigen von t_{Q_1}, t_{Q_2} und t_{Q_3}.

Die Verbindungslinie der Punkte

$$Q_1(0 : a_3 : -a_2), \quad P'(a_1 : a_2 : -a_3)$$

hat die Gleichung:

$$\begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3 \\ 0 & a_3 & -a_2 \\ a_1 & a_2 & -a_3 \end{vmatrix} = 0 \qquad \text{oder}$$

$Q_1P')$ . . $(a_2^2 - a_3^2)x_1 - a_1a_2x_2 - a_1a_3x_3 = 0.$

Die vier Strahlen $Q_1A_1 (= A_1P)$, Q_1A_3, Q_1P', t_{Q_1} bilden, wie aus ihren Gleichungen ersichtlich ist, ein harmonisches Büschel und zwar ist t_{Q_1} der harmonisch conjugirte Strahl von Q_1P' in Bezug auf Q_1A_1 und Q_1A_3. Um daher die Tangente der C_3 in Q_1 zu erhalten, hat man im Büschel $Q_1 . A_1A_2P'$ den vierten harmonischen, zu Q_1P' conjugirten Strahl zu construiren.

Für Q_2P' und Q_3P' ergeben sich die Gleichungen:

$$\begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3 \\ a_3 & 0 & -a_1 \\ a_1 & a_2 & -a_3 \end{vmatrix} = 0, \qquad \begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3 \\ a_2 & a_1 & 0 \\ a_1 & a_2 & -a_3 \end{vmatrix} = 0 \qquad \text{oder}$$

$$Q_2P') \quad . \quad . \quad a_1a_2x_1 + (a_3^2 - a_1^2)x_2 + a_2a_3x_3 = 0$$
$$Q_3P') \quad . \quad . \quad a_1a_3x_1 - a_2a_3x_2 + (a_1^2 - a_2^2)x_3 = 0.$$

Die Gleichungen

$$Q_2A_2(=Q_2P) \quad . \quad . \quad . \quad a_1x_1 + a_3x_3 = 0$$
$$Q_2A_1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad x_2 = 0$$
$$Q_2P') \quad a_1a_2x_1 + (a_3^2 - a_1^2)x_2 + a_2a_3x_3 = 0$$
$$t_{Q_2}) \quad a_1a_2x_1 - (a_3^2 - a_1^2)x_2 + a_2a_3x_3 = 0$$

zeigen, dass Q_2A_2, Q_2A_1, Q_2P', t_{Q_2} vier harmonische Strahlen sind, und zwar ist die Tangente t_{Q_2} der harmonisch conjugirte zu Q_2P' in Bezug auf Q_2A_2 und Q_2A_1.

Endlich bilden die durch die Gleichungen

$$Q_3A_3) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad a_1x_1 - a_2x_2 = 0$$
$$Q_3A_1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad x_3 = 0$$
$$Q_3P') \quad . \quad . \quad a_1a_3x_1 - a_2a_3x_2 + (a_1^2 - a_2^2)x_3 = 0$$
$$t_{Q_3}) \quad . \quad . \quad a_1a_3x_1 - a_2a_3x_2 - (a_1^2 - a_2^2)x_3 = 0$$

repräsentirten Strahlen Q_3A_3, Q_3A_1, Q_3P', t_{Q_3} ein harmonisches Büschel, in welchem die Tangente t_{Q_3} der zu Q_3P' conjugirte Strahl ist.

Unsere Curve dritter Ordnung kann keine Doppelpunkte besitzen, weil auf jedem durch P gehenden Strahl neben P nur noch zwei Curvenpunkte liegen können; wäre nun ein Doppelpunkt D vorhanden, so hätte, da dem Punkte D im Allgemeinen wieder ein Doppelpunkt entsprechen müsste, PD mit der Curve fünf Punkte gemein. (A_1, A_2, A_3, E, E_1, E_2, E_3 können nicht Doppelpunkte sein, weil in jedem dieser Punkte eine einzige Curventangente existirt, wie nachgewiesen worden ist.) *) Aus dem gleichen Grunde enthält die C_3 keine Rückkehrpunkte. Auch die folgende Betrachtung zeigt deutlich, dass die C_3 weder Doppelpunkte noch Spitzen hat. Die erste Polare des Punktes P in Bezug auf die C_3 ist ein Kegelschnitt, welcher durch E, E_1, E_2, E_3, P geht und die Curve in P berührt und hat somit keine weitern als diese sechs Punkte mit der C_3 gemein. Wären nun Doppelpunkte und Spitzen vorhanden, so müssten dieselben auf der ersten Polaren liegen, und die letztere hätte alsdann mit der C_3 mehr als sechs Punkte gemein, was unmöglich ist. (Die erste Polare von P′ in Bezug auf die C_3 geht durch A_1, A_2, A_3, P, P′ und berührt die C_3 in P′, sie ist also gerade derjenige Kegelschnitt, welcher dem Strahl PP′ entspricht.)

*) Läge D in A_i oder E_i, so hätte PD vier Punkte mit der C_3 gemein (im Falle D in E_i könnten PD und die C_3 auch fünf gemeinsame Punkte haben, dann müsste aber E_i ein Berührungsknoten der C_3 sein).

Da die C_3 keine Doppel- und Rückkehrpunkte enthält, so ist ihre Klassenzahl $\nu = \mu(\mu - 1) = 6$, die Zahl der Wendetangenten $\iota = 3\mu(\mu - 2) = 9$ und die Zahl der Doppeltangenten

$$\tau = \frac{1}{2}\,\mu(\mu - 2)\,(\mu - 3)\,(\mu + 3) \quad \text{oder}$$

$$= \frac{1}{2}\,(\nu - \mu)\,(\nu + \mu - 9) = 0.$$

Die vorliegende C_3 ist daher die allgemeinste Curve dritter Ordnung.

Die C_3 hat im Allgemeinen drei unendlich ferne Punkte $\underset{\infty}{U'}, \underset{\infty}{V'}, \underset{\infty}{W'}$, die Coordinaten derselben ergeben sich durch Auflösung der Gleichungen der unendlich fernen Geraden und der C_3 nach $\frac{x_1}{x_3}$ und $\frac{x_2}{x_3}$. Ihre Inversen sind die im Allgemeinen von A_1, A_2, A_3 verschiedenen Schnittpunkte U, V, W des Kreises K mit der C_3, und die Strahlen $U\underset{\infty}{U'}$, $V\underset{\infty}{V'}$, $W\underset{\infty}{W'}$ gehen durch P. Um zu untersuchen, welche Strahlen des Büschels P die im Unendlichen liegenden Punkte der C_3 liefern, bestimmen wir den Schnittpunkt des Strahles

$$g_\lambda) \quad . \quad . \quad . \quad \lambda a_1 x_1 + a_2 x_2 + (1 + \lambda) a_3 x_3 = 0$$

mit der unendlich fernen Geraden

$$g_\infty) \quad . \quad . \quad . \quad \sin A_1 x_1 + \sin A_2 x_2 + \sin A_3 x_3 = 0.$$

Aus den vorstehenden Gleichungen folgt:

$$\underset{\infty}{U'}) \quad \frac{x_1}{x_3} = \frac{a_2 \sin A_3 - (1 + \lambda) a_3 \sin A_2}{\lambda a_1 \sin A_2 - a_2 \sin A_1}, \quad \frac{x_2}{x_3} = \frac{(1 + \lambda) a_3 \sin A_1 - \lambda a_1 \sin A_3}{\lambda a_1 \sin A_2 - a_2 \sin A_1}.$$

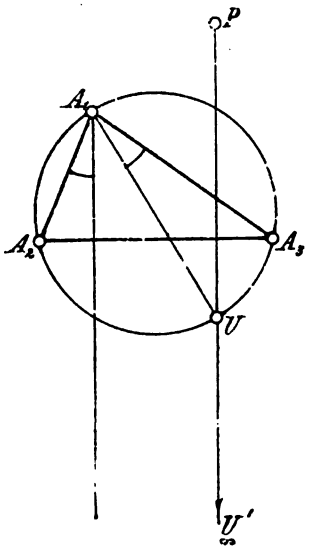
Soll nun $\underset{\infty}{U'}$ der C_3 angehören, so muss sein entsprechender Punkt U. der die Coordinaten

$$U) \quad \begin{cases} x_1 = \varrho\left[(1 + \lambda) a_3 \sin A_1 - \lambda a_1 \sin A_3\right]\left[\lambda a_1 \sin A_2 - a_2 \sin A_1\right] \\ x_2 = \varrho\left[a_2 \sin A_3 - (1 + \lambda) a_3 \sin A_2\right]\left[\lambda a_1 \sin A_2 - a_2 \sin A_1\right] \\ x_3 = \varrho\left[a_2 \sin A_3 - (1 + \lambda) a_3 \sin A_2\right]\left[(1 + \lambda) a_3 \sin A_1 - \lambda a_1 \sin A_3\right] \end{cases}$$

hat. auf g_λ, K und C_3 liegen. Setzt man seine Coordinaten in die Gleichung von g_λ ein (die Gleichung von K ist identisch erfüllt), so resultirt die cubische Gleichung:

$$a_1 \lambda\left[(1 + \lambda) a_3 \sin A_1 - \lambda a_1 \sin A_3\right]\left[\lambda a_1 \sin A_2 - a_2 \sin A_1\right] +$$
$$+ a_2\left[a_2 \sin A_3 - (1 + \lambda) a_3 \sin A_2\right]\left[\lambda a_1 \sin A_2 - a_2 \sin A_1\right] +$$
$$+ a_3 (1 + \lambda)\left[a_2 \sin A_3 - (1 + \lambda) a_3 \sin A_2\right]\left[(1 + \lambda) a_3 \sin A_1 - \lambda a_1 \sin A_3\right] = 0,$$

deren Wurzeln λ_1, λ_2, λ_3 diejenigen Werthe von λ liefern, welche den die Richtungen nach den unendlich fernen Punkten U'_∞, V'_∞, W'_∞ der C_3 angebenden Strahlen des Büschels zugehören. Die Gleichungen der Strahlen PU'_∞, PV'_∞, PW'_∞ gehen aus der Gleichung von g_λ hervor, wenn man in derselben λ successive durch λ_1, λ_2, λ_3 ersetzt. Von den drei unendlich fernen Punkten der C_3 ist stets mindestens einer reell. Bezeichnet U'_∞ den letztern, dann entspricht dem Strahl PU'_∞ eine Hyperbel, die durch A_1, A_2, A_3, U, U'_∞ geht und deren eine Asymptote also parallel zu PU sein muss. Zu PU parallel verläuft auch die Tangente der C_3 in U'_∞, d. h. eine Asymptote der letztern. Dieser Asymptote entspricht ein Kegelschnitt, welcher durch A_1, A_2, A_3, U geht und die C_3 in U berührt. Derselbe könnte zur Construction der Asymptote benutzt werden, wenn man seine Tangente, mithin auch diejenige der C_3, in U kennen würde. Die beiden erwähnten Asymptoten (der Hyperbel und der C_3) können nur dann zusammenfallen, wenn P auf dem Kreise K liegt; in diesem Falle ist dann P mit U und P' mit U'_∞ identisch, und da die Hyperbel und die C_3 sich in U'_∞ berühren müssen, so ist PU'_∞ die Tangente der C_3 in U, und es kann daher die Asymptote der C_3 leicht construirt werden, entweder nach dem Pascal'schen Satze oder mit Hülfe des der Asymptote entsprechenden Kegelschnittes, der die C_3 (also auch PU'_∞) in U berührt. Fällt speziell P(U) mit einem der Punkte X, Y, Z (vergl. pag. 42) zusammen, so berührt PP' und in Folge dessen auch die C_3 den Kreis K in P, und die unendlich ferne Gerade ist die Tangente in P'_∞ sowohl für die dem Strahl PP' entsprechende Parabel als für die C_3 (die vorige Asymptote ist ins Unendliche gerückt). In P'_∞ sind zwei unendlich ferne Punkte U'_∞ und V'_∞ der C_3 vereinigt, und es existirt ausser diesen ein dritter W'_∞, welcher reell sein muss.



Die Tangenten der C_3 in U und U'_∞ können auch in dem Falle durch einfache Construction gefunden werden, in welchem P im Un-

endlichen liegt, also P und P′ resp. mit U'_∞ und U zusammenfallen. Alsdann ist PU die Asymptote der C_3, und daher müssen die C_3 und die zu PU inverse Hyperbel in U die nämliche Tangente haben.

Je nach der Lage von P hat die C_3 drei reelle und von einander verschiedene unendlich ferne Punkte, — oder zwei imaginäre und einen reellen, — oder drei reelle, wovon zwei zusammenfallen.

Im ersten Falle ist unsere Curve eine zweitheilige Curve dritter Ordnung, sie besteht aus einer sogen. Serpentine (welche in die conchoidale Form übergehen kann) *) und einem sogen. hyperbolischen Paar, d. h. zwei unendlichen (hyperbolischen) Aesten, die als eine stetig zusammenhängende Curve zu betrachten sind. Bei speziellerer Lage von P kann die Serpentine zur geraden Linie werden, und der übrige Theil geht in eine Hyperbel über (welche auch gleichseitig sein und im speziellsten Falle in ein Linienpaar zerfallen kann). Bei drei unendlich fernen Punkten kann die C_3 aber auch bestehen aus einem Oval und drei unendlichen Aesten, die eine zusammenhängende Curve bilden. Wenn die unendlich fernen Punkte gewöhnliche Punkte sind, so hat einer der Aeste keinen Inflexionspunkt, der zweite einen und der dritte zwei Inflexionspunkte. Liegt dagegen ein Inflexionspunkt im Unendlichen, so können entweder zwei Aeste mit keinen und ein Ast mit zwei Inflexionsstellen oder zwei Aeste mit je einem und ein Ast mit keinem Inflexionspunkt vorkommen.

Im zweiten Falle, in welchem nur ein unendlich ferner Punkt, also auch nur eine Asymptote existirt, setzt sich die C_3 zusammen aus einem Oval und einer Serpentine. Letztere kann in eine gerade Linie und das Oval in eine Ellipse, speziell einen Kreis übergehen.

Im dritten Falle kann die C_3 bestehen aus einer Serpentine und einem Oval, welches parabolische Form hat, d. h. die unendlich ferne Gerade berührt; die Serpentine kann speziell zur Geraden und das Oval zur Parabel werden. Oder die beiden Theile der C_3 sind ein Oval und eine Curve, welche eine Asymptote hat und die unendlich ferne Gerade berührt, d. h. eine Curve, welche in parabolischer Form auseinander geht. Ein Zweig der letztern hat zwei Inflexionspunkte, der andere einen oder, wenn ein Inflexionspunkt im Unendlichen liegt, so haben beide Zweige je eine Inflexionsstelle.

Die viel Interessantes bietende Untersuchung aller möglichen Spezialfälle, welche ich vollständig durchgeführt habe, soll den Gegenstand einer besondern Abhandlung bilden, die demnächst veröffentlicht wird.

*) Vergl. Salmon-Fiedler, Art. 205.

Anhang.

Legt man Liniencoordinaten (ξ_1, ξ_2, ξ_3) zu Grunde und ersetzt dieselben durch ihre reciproken Werthe, d. h. wendet die durch die Relationen $\xi_1' = \lambda\xi_2\xi_3$, $\xi_2' = \lambda\xi_1\xi_3$, $\xi_3' = \lambda\xi_1\xi_2$ ausgedrückte birationale quadratische Transformation (Methode der Inversion) an, wobei einer Geraden ξ_i eine einzige, bestimmte Gerade $\xi_i' = \frac{1}{\xi_i}$ und umgekehrt entspricht, so entsprechen sich oder sind zu einander invers:

Punkt und Curve zweiter Klasse (welche dem Fundamentaldreiseit eingeschrieben ist),

Gerade und Gerade,

Curve zweiter Klasse und Curve vierter Klasse (mit drei Doppeltangenten in den Coordinatenaxen; für dieselbe ist im Allgemeinen $\nu = 4$, $\tau = 3$, $\iota = 0$, $\mu = 6$, $\varkappa = 6$, $\delta = 4$),

Curve n. Klasse und Curve von der Klasse 2n (letztere hat die Fundamentallinien zu nfachen Tangenten).

Zu dem behandelten Problem, als dessen Lösung sich die Curve sechster Ordnung mit sieben Doppelpunkten und keinen Spitzen ergab, gibt es nun das folgende dualistisch entsprechende:

Ein Punkt S bewege sich auf einem festen Kegelschnitt, man bestimme die Enveloppe der durch S gehenden Tangenten der Curve zweiter Klasse, welche als Inverse dem Punkte S entspricht.

Die Untersuchung, von welcher ich an dieser Stelle nur die Resultate mittheilen will, ergibt als gesuchte Enveloppe im allgemeinsten Falle eine Curve sechster Klasse mit sieben Doppeltangenten und keinen stationären Tangenten. Die Doppeltangenten sind die drei Fundamentallinien ($x_1 = 0$ oder $\xi_2 = 0$, $\xi_3 = 0$; $x_2 = 0$ oder $\xi_1 = 0$, $\xi_3 = 0$; $x_3 = 0$ oder $\xi_1 = 0$, $\xi_2 = 0$) und die vier sich selbst entsprechenden Geraden e, e_1, e_2, e_3, deren Liniencoordinaten sind: ($\xi_1 = 1$, $\xi_2 = 1$, $\xi_3 = 1$), ($\xi_1 = -1$, $\xi_2 = 1$, $\xi_3 = 1$), ($\xi_1 = 1$, $\xi_2 = -1$, $\xi_3 = 1$), ($\xi_1 = 1$, $\xi_2 = 1$, $\xi_3 = -1$) oder deren Punktcoordinatengleichungen lauten:

$$
\begin{aligned}
(e\,) \quad & x_1 + x_2 + x_3 = 0 \\
(e_1) \quad & -x_1 + x_2 + x_3 = 0 \\
(e_2) \quad & x_1 - x_2 + x_3 = 0 \\
(e_3) \quad & x_1 + x_2 - x_3 = 0.
\end{aligned}
$$

Da $\nu = 6$, $\tau = 7$, $\iota = 0$, so sind die übrigen Plücker'schen Charaktere der Curve

$$\mu = 16, \quad \varkappa = 30, \quad \delta = 72,$$

d. h. sie hat 30 Spitzen, 72 Doppelpunkte und ist von der 16. Ordnung.

Schneidet der feste Kegelschnitt p die Fundamentallinie A_2A_3 in zwei Punkten B_1, B_1^*, so sind die Schnittpunkte B_1', $B_1^{*\prime}$ der resp. Inversen von A_1B_1. $A_1B_1^*$ (A_1B_1 und $A_1B_1^*$ sind Tangenten der C^6) mit A_2A_3 die Berührungspunkte der Doppeltangente A_2A_3 (letztere sind imaginär, wenn A_2A_3 den Kegelschnitt p nicht schneidet). Fallen B_1 und B_1^* zusammen, d. h. wird A_2A_3 von p berührt, dann vereinigen sich B_1' und $B_1^{*\prime}$, d. h. die Doppeltangente A_2A_3 geht in eine Inflexionstangente über. Es fallen auch die beiden Tangenten A_1B_1 und $A_1B_1^*$ zusammen, und die C^6 geht daher durch A_1 hindurch (A_1 wird Berührungspunkt der Curventangente A_1B_1).

Analoges gilt für die übrigen Fundamentallinien. Die Berührungspunkte der Doppeltangenten e, e_1, e_2, e_3 sind die resp. Schnittpunkte dieser Linien mit dem festen Kegelschnitt p. Berührt p eine der Linien e_i ($i = 0, 1, 2, 3$), dann sind im Berührungspunkt $\mathfrak{E}_i$ die beiden Berührungspunkte der Doppeltangente e_i vereinigt, von $\mathfrak{E}_i$ aus gehen an die C^6 sechs Tangenten, von denen vier mit e_i zusammenfallen; es sind daher in e_i vier Curventangenten vereinigt oder die Tangente e_i zählt als Doppeltangente zweifach, ist also keine Inflexionstangente.

Die sechs Ecken des vollständigen Vierseits $e\,e_1\,e_2\,e_3$ sind Punkte, die sich selbst entsprechen; geht demnach der feste Kegelschnitt p durch einen derselben, so sondert sich dieser (resp. das Strahlenbüschel, dessen Scheitel er ist) als ein Theil der Enveloppe ab, und der Rest derselben ist eine Curve fünfter Klasse. Enthält p vier (die höchste Zahl) sich selbst entsprechende Punkte, so reduzirt sich die C^6 auf eine C^2, welche in ein Punktepaar zerfällt.

Die C_{16}^6 ist zu sich selbst invers (in Bezug auf die Tangenten) und zwar in der Weise, dass je zwei entsprechende Tangenten der Curve sich in einem Punkte des festen Kegelschnittes schneiden. Von jeder einem Punkte S entsprechenden Curve zweiter Klasse kennt man drei Tangenten (die Fundamentallinien) und die Berührungs-

punkte derselben (der Berührungspunkt auf der Fundamentallinie $A_k A_l$ ist der Schnittpunkt von $A_i S'$ mit $A_k A_l$, wobei $A_i S'$ den zu $A_i S$ inversen Strahl bedeutet). Es können daher sämmtliche Tangenten der C_{16}^6 leicht construirt werden.

Spezialfall.

Bewegt sich der Punkt S auf einer geraden Linie g, dann resultirt als Enveloppe der Tangenten, die von S aus an seine inverse Curve zweiter Klasse möglich sind, eine Curve dritter Klasse, welche keine Doppeltangenten und Inflexionstangenten hat, demnach neun Spitzen und keine Doppelpunkte besitzt und von der sechsten Ordnung ist. Diese Curve ist die dualistisch entsprechende zu der ausführlich behandelten C_3^6 und repräsentirt das Erzeugniss der auf g befindlichen Punktreihe mit der zu letzterer projektivischen Kegelschnittschaar, deren Grundtangenten die Fundamentallinien und die zu g inverse Gerade g' sind.

Dr. Max Marckwald.

Werden die Athembewegungen vom Rückenmarke beherrscht?

(Vorgetragen in der Sitzung vom 15. Dezember 1888.)

Die Lehre, wonach im Rückenmarke besondere Centra für die Athmung gelegen sind, ist eine neue. Bis vor wenigen Jahren galt allgemein noch der alte Grundsatz Galen's, dass die Athmung lediglich vom Gehirne abhängig sei. «Durchschneidung des Markes am ersten oder zweiten Halswirbel» — lehrte Galen im zweiten Jahrhundert unserer Zeitrechnung — «tödtet Säugethiere sogleich». In der Folge hat sich eine grosse Reihe berühmter Forscher mit der Lage des Athemcentrum beschäftigt. So schrieb der bekannte französische Physiologe Lorry im Jahre 1760 in seiner Abhandlung «Über die Bewegungen des Gehirns» und zwar, wie es scheint, ohne die Versuche Galen's über diesen Gegenstand zu kennen: «Sticht man ein Messer oder Stilet zwischen zweitem und drittem Wirbel in das Rückenmark ein, so erhält man keine Krämpfe, sondern das Thier stirbt auf der Stelle und Puls und Athmung hören für immer auf». Ähnliche Versuche mit denselben Ergebnissen wiederholte im Jahre 1796 Cruikshank. Legallois aber war der Erste, welcher die Stelle, von der die Athmung abhängt, in das verlängerte Mark verlegte. Im Jahre 1811 theilte er Sachverständigen des Institut de France seine Erfahrungen in Bezug auf den Ursprung der Athembewegungen mit und veröffentlichte diese im folgenden Jahre in einer Abhandlung unter dem Titel «Expériences sur le principe de la vie». Hiernach fand er die Athmung nicht vom ganzen Gehirne beherrscht, sondern von einer ziemlich umschriebenen Stelle des verlängerten Markes (von Steiner jetzt Nackenmark genannt). Diese Stelle sollte in geringer Entfernung vom Hinterhauptsloche liegen und sich gegen den Ursprung der Lungenmagennerven hin erstrecken. Legallois' Lehre bestätigten Budge und Volkmann (1841), welche fanden, dass ein Schnitt in der Gegend des calamus scriptorius die Athmung aufhebt. In einer grösseren Reihe von Aufsätzen, welche in die Jahre 1842—1862 fallen, suchte dann Flourens die Lage des Athemcentrum noch näher zu umgrenzen. Von

ihm rührte der Name: Lebensknoten, *nœud vital* oder *point vital* her, welcher dauernd im Gedächtnisse der Nachwelt geblieben ist und die Verdienste Legallois' ungerechterweise fast in Vergessenheit gebracht hatte. Ich will mich darauf beschränken anzudeuten, dass Flourens zuerst den Sitz des Athemcentrum in die Gegend der Ursprungsstelle der Nn. Vagi setzte, sich aber besonders dagegen verwahrte, als ob diese Ursprünge selbst das Athemcentrum vorstellen könnten, da man doch, wie er naiv ausführte, die Vagi am Halse durchtrennen dürfe und trotzdem die Athmung fortdaure. Später verlegte Flourens den Hauptsitz der Athmung an die Spitze des Winkels der grauen Substanz und verglich seine Ausdehnung mit der Grösse eines Stecknadelkopfes, daher die Bezeichnung «point vital», und schliesslich änderte er seine Ansicht dahin, dass der Lebensknoten etwas höher und zu beiden Seiten der Mittellinie anzunehmen wäre; seinen Durchmesser berechnete er auf 5 Millimeter. Inzwischen hatte bereits im Jahre 1847 Longet gefunden, dass der von Flourens als Sitz des Athemcentrum angesprochenen Stelle nicht in ihrer ganzen Dicke die Eigenschaft zufalle, die Athmung sofort zu vernichten, sondern nur den in derselben Höhe gelegenen Zwischenbündeln, welche, reich an grauer Substanz, Ganglienkugeln und Gefässen, sehr wohl geeignet seien, im Mittelpunkte des Nackenmarkes einen besonderen Heerd der Erregung zu bilden. Dieses Bündel wurde später von Milne-Edwards «Athmungsbündel» genannt. In die Seitenstränge des verlängerten Markes verlegte auch Schiff nach eigenen Versuchen den Sitz des Athmungscentrum. Im Jahre 1873 erschien dann die Untersuchung von Gierke, welche ein neues Licht in die betreffende Frage zu werfen schien und sozusagen die anatomische Grundlage einer Reihe späterer physiologischer Arbeiten geworden ist. In dieser Untersuchung wird zuerst die Einheit des Athemcentrum im Sinne der vorangehenden Forscher geleugnet. Erneute vielfache Durchtrennungen des Nackenmarkes und mikroskopische Musterung der abgetrennten Theile führten Gierke zu der Ansicht: es gäbe keine bestimmte Zellengruppe in der vierten Hirnhöhle, deren alleinige Vernichtung den Stillstand der Athembewegungen und den Tod des Thieres zur Folge hätte. Gesonderte Zerstörung der Hypoglossus-Kerne oder der Vagus-Kerne wäre wirkungslos, oder erzeugte doch nur ganz vorübergehende Änderungen der Athmung. Die Athmung würde dagegen vernichtet, wenn man die Längsbündel feiner Nervenfasern zerstörte, welche von den vorhingenannten Kernen herrührten, sich von diesen abzweigten. Nach Krause sollen diese Bündel die Verbindungsbahnen

zwischen Vagus und Phrenicus bilden, nach Schwalbe stellen sie entwickelungsgeschichtlich aufsteigende Wurzeln der Vagus-Gruppe dar, welche in der Höhe dieser Gruppe angelangt, den drei Nerven derselben: dem Accessorius vagi, dem Vagus und Glossopharyngeus, oberflächlich Faserbündel abgeben und sich besonders an der Bildung der Wurzelbündel des Vagus betheiligen. Diese Bündel sind also nach Gierke die Hauptleiter der Athemarbeit und erhalten ihre Erregungen von verschiedenen Zellengruppen, mit denen sie in mehr oder weniger nachweisbarer anatomischer Verbindung stehen. Da es Gierke nun nicht gelang, diese Zellengruppen einzeln auszuscheiden, so betrachtete er Zellengruppen und Längsbündel als gleichwerthig beigeordnete Theile eines Ganzen, das noch immer den Namen Athemcentrum verdiente, wenn es sich auch sehr von dem Flourens'schen unterschiede. Zwölf Jahre beherrschte diese Anschauung die physiologische Lehre, bis im Jahre 1885 Mislawsky, ebenfalls auf Grund sowohl physiologischer, als anatomischer Untersuchungen die Ergebnisse Gierke's verwarf. Nach Mislawsky haben die Gierke'schen Bündel keine Beziehungen zu den Athembewegungen. Das Centrum der Athmung bilden diejenigen Zellengruppen, welche in Longet's Zwischen- oder Längsbündeln der Seitenstränge eingelagert sind. In einer späteren Mittheilung, der letzten vor seinem Tode, suchte Gierke an seiner Auffassung gegen Mislawsky festzuhalten, fand nun aber auch in seinen Athembündeln «Nervenzellen oder besser gesagt graue Masse», welche somit den Hauptheerd der Athmung bilden sollte. Hiernach war auch von Gierke die Lehre von der Einheit des Athemcentrum wieder hergestellt.

Alle die bisher erörterten Arbeiten trugen, so verschieden auch die Antworten auf wichtige Einzelfragen sich dabei gestalteten, den einen gemeinsamen Grundgedanken, dass der einheitliche Sitz des Athmungscentrum sich im Nackenmarke befände und zwar in der Nähe der Vagus-Ursprünge. Diese, von der weitaus grossen Mehrheit der Physiologen und Ärzte angenommene Lehre bestand aber durchaus nicht ohne Widersprüche. Brown-Séquard, dem wir eine weitaus reichliche Litteratur über die Beziehung der Athmung zu den nervösen Central-Organen verdanken, hatte bereits im Jahre 1855 behauptet, dass ein Thier auch nach Entfernung des ganzen Nackenmarkes noch athmen könne, und später (1858), dass die Athmung auch ohne Lebensknoten kräftig und regelmässig andauern könne. «Unter gewissen Umständen und bei gewissen Thieren», sagt er wiederum 1860, «kann man auch nach Abtragung des verlängerten Markes Athembewegungen sich vollziehen sehen. Dr. Bennett

Dowler aus New-Orleans hatte dieses Fortbestehen bei Krokodilen beobachtet, ich habe es bei den Vögeln festgestellt und habe es häufig in meinen Vorlesungen gezeigt. Ferner haben Dr. Richardson aus London und ich selbst es bei neugeborenen Säugethieren angetroffen». Auch Rokitansky und v. Schroff hatten 1874 bei Kaninchen mit durchtrenntem Halsmarke, welche mit Strychnin vergiftet waren, noch einige wenige Athembewegungen während der Strychnin-Krämpfe gesehen und daraus geschlossen, dass es im Rückenmarke ein Centrum für rhythmische Bewegungen gäbe, welches im Leben nur während des Zusammenhanges mit dem Gehirne thätig wäre, durch Strychnin aber für kurze Zeit, selbst nach Aufhebung dieses Zusammenhanges, zu arbeiten vermöchte. Andererseits fanden Martin und Booker und besonders Christiani, dass auch im 3. Ventrikel, in den Vierhügeln, in der Brücke Centra der Athmung sich fänden und zwar gesonderte für Einathmung und Ausathmung. Ja, Christiani verstieg sich einmal so weit, diese höher gelegenen Centra als den Herrschersitz der Athmung aufzufassen, während die in der Brücke und im Nackenmarke befindlichen Centra nur als die Ausläufer der drei oberen in Seh- und Vierhügel gelagerten Athemsitze zu betrachten wären. Die grösste Umwälzung in den bisherigen Anschauungen brachten aber die zahlreichen, planvollen Arbeiten Langendorffs und die beiden Aufsätze Wertheimer's über die Rückenmarksathmung. Warm und geschickt vertheidigen diese Verfasser ihre Lehre: wonach die eigentlichen Centra der Athmung im Rückenmarke liegen sollen. So sagt Wertheimer, und drückt dabei gleichzeitig Langendorff's Ansicht aus: Das Rückenmark ist das unmittelbare Centrum der Athembewegungen des Rumpfes; getrennt von dem Nackenmarke fährt es fort, den Brust- und Bauchmuskeln rhythmische Antriebe zu senden; sein Tonus und seine Reflexthätigkeit bestehen weiter. Ja die Abtragung der höheren Centra solle die rhythmische Thätigkeit des Rückenmarkes noch deutlicher werden lassen. Die Wirkung des Nackenmarkes auf die Athmung sei nur ordnender Natur.

Wegen der Neuheit und Wichtigkeit dieser Schlüsse für die ganze Lehre der Athmung sind wir gezwungen, die Arbeiten Langendorff's und Wertheimer's etwas genauer durchzugehen. Langendorff benutzte zu seinen Versuchen über Rückenmarksathmung hauptsächlich neugeborene Thiere, meist Kaninchen, doch auch Kätzchen nnd junge Hunde. Das Nackenmark wurde dicht unterhalb der Spitze des calamus scriptorius vom Halsmarke abgetrennt und die Thiere wurden ganz leicht mit Strychnin vergiftet: sie athmeten dann, von Zeit zu Zeit durch

künstliche Athmung erholt, längere Zeit wie gesunde Thiere. Wertheimer verwendete dagegen nur ältere Thiere und zwar ausschliesslich Hunde; am günstigsten erwies sich ein Alter von 3 bis 6 Monaten und wenig darüber; doch gelangen die Versuche auch an vollständig entwickelten Thieren. Keines derselben erhielt Strychnin, noch sonst ein Gift. Nach Abtrennung des Nackenmarkes genügte eine sofort eingeleitete künstliche Athmung von ½ bis 5 Stunden, um die Rückenmarksathmung in den Gang zu bringen; dann athmeten die Thiere, auch nach Aussetzen der künstlichen Lüftung, selbständig 25 — 30 — 40 Minuten lang. Wurde die künstliche Athmung zeitweise erneut, so sah Wertheimer seine Hunde ganze Stunden lang die Athembewegungen aufschreiben. Noch günstiger waren die Ergebnisse, welche er in seiner zweiten Arbeit auseinandersetzte, wenn die Thiere vor Abtrennung des Nackenmarkes vom Halsmarke künstlich abgekühlt wurden. Auf einer Holzplatte befestigt, waren sie einem stetig laufenden Wasserstrome ausgesetzt, welcher sie so lange überspülte, bis die Mastdarm-Temperatur auf 28—25—22—20 und selbst auf 18°! herabgedrückt worden war. Schnitt man dann das Nackenmark ab, so stellte sich die Rückenmarksathmung schon 5 bis 15 Minuten, ja selbst unmittelbar nach der Operation ein; ebenso traten die Reflexbewegungen viel früher auf, als bei nicht abgekühlten Thieren. Verlauf und Form der Athembewegungen zeigten bei den verschieden behandelten Thieren im Grossen und Ganzen keinen Unterschied. Als sehr bemerkenswerth ist nun aber hervorzuheben, dass die Athembewegungen der Thiere ohne Nackenmark, welche Langendorff beobachtete, gänzlich verschieden sind von denen, welche Wertheimer beschrieben hat und zwar sowohl in ihrer Form, als in ihrem Verlaufe, sowohl in ihrer Entstehungs-Ursache, als in den Bedingungen ihrer dauernden Thätigkeit. Nach Langendorffs Befund ist die Rückenmarksathmung tief, langsam und unregelmässig, wie eine Athmung nach Vagus-Ausfall; in Wertheimer's Versuchen dagegen oberflächlich, häufig und unregelmässig «une vraie anhélation du tronc» bis 130 Athmungen in 1 Minute und nie unter 50! Während Langendorff eine Betheiligung des Ausathmungscentrum nur dann sah, wenn das Einathmungscentrum erschöpft war, oder der Sauerstoff-Mangel des Blutes sehr gross wurde, war in Wertheimer's Versuchen das Ausathmungscentrum stets das erste, welches in Thätigkeit trat, viel früher als das Einathmungscentrum. Erst allmählich stellte sich das rhythmische Spiel des Zwerchfells und der anderen Einathmungs-Muskeln ein. Eine dazwischen fallende Blutung dagegen konnte

die Einathmungscentra wieder ausser Thätigkeit setzen, während die Centra der Ausathmung noch weiter arbeiteten. Langendorff fand, dass das Erstickungsblut die Ursache für Erregung der Athemcentra des Rückenmarkes abgibt, Wertheimer dagegen, dass das Blut für das Zustandekommen der Athmung überhaupt ohne Einfluss ist. Die Thätigkeit der Rückenmarks-Athemcentra begann ja nach Wertheimer bereits während der künstlichen Athmung; auch wuchs während der Dauer der Erstickung weder die Tiefe noch die Zahl der Rückenmarksathmungen, wie es bei gewöhnlicher Athmung zu geschehen pflegt, vielmehr blieb die Häufigkeit der Athmung stets dieselbe, bis sie erlosch. Durch fortgesetzte künstliche Athmung vermochte Langendorff die Rückenmarkscentra apnoisch zu machen, Wertheimer nicht. Langendorff beobachtete bei den enthaupteten Thieren eine vollkommene Übereinstimmung der Bewegungen an Kopf und Rumpf, weil nach seiner Meinung beide Centra gleichzeitig vom venösen Blute gereizt werden. Wertheimer dagegen findet bei seinen Versuchsthieren, dass die Bewegungen des Kopfes und des Rumpfes durchaus nicht gleichzeitig verlaufen. Während, wie erwähnt, der Rumpf 50—130 zuckende Bewegungen machte, athmete der Kopf nur 8—10 Mal in 1 Minute und mit zunehmender Erstickung noch langsamer und dyspnoischer. Während Langendorff meint, dass das Kaltblütigwerden der Säugethiere immer mit einer bedeutenden Herabsetzung der centralen Nervenleistung einhergehe, daher ein solcher Zustand sehr ungünstig für die Entstehung und Fortdauer der Rückenmarksathmung sei, findet Wertheimer, dass hochgradige Abkühlung der Thiere besonders günstig auf diese Athmung wirke, ja dass sie sogar den hemmenden Einfluss des Rückenmark-Schnittes aufhebe.

Diese tiefgehenden Unterschiede in den Beobachtungen sind sicherlich nicht dadurch zu erklären, dass Langendorff neugeborene oder ganz junge Thiere, vorzüglich Kaninchen, doch auch Katzen und Hunde, zu seinen Versuchen benutzte, Wertheimer nur ältere Hunde verwandte. Und wenn Langendorff dann in der 7. Mittheilung der «Studien über die Innervation der Athembewegungen» sagt: «Die Übereinstimmung mit Wertheimer in den hauptsächlichsten Versuchsergebnissen und, was mir besonders werthvoll erscheint, die Übereinstimmung auch in den aus den Versuchsergebnissen abgeleiteten Schlussfolgerungen ist so gross, dass ihr gegenüber kleine, auf unbedeutende Einzelheiten bezügliche Differenzen nicht in Betracht kommen», so werden vorurtheilsfreie Leser diesem Ausspruche nicht beistimmen können. Aus den so

durchaus verschiedenen Ergebnissen von Versuchen, wird man mit viel grösserer Berechtignng schliessen dürfen, dass die Verfasser ganz verschiedene Erscheinungen gesehen haben, aus denen man die Fähigkeit des Rückenmarks die Athmung zu beherrschen nicht folgern kann.

Seit Galen ist es bekannt, dass ein Schnitt unterhalb des Nackenmarkes die Athmung sofort aufhebt. Wenn die Centra der Athmung unterhalb des Schnittes lägen und ihre Verbindung mit den Athemmuskelnerven nicht unterbrochen wäre, weshalb athmen die Thiere nicht? Brown-Séquard meinte: der Schnitt reize die benachbarten Theile des verlängerten Markes und hemme so den Herzschlag, demzufolge dann auch die Athmung aufhöre. Wenn man zuvor die Vagi abgetrennt habe, so tödte die hohe Rückenmarksdurchschneidung nicht. Dies hat sich als unrichtig erwiesen. Langendorff erklärt den Fortfall der Athmung nach Abtrennung des Nackenmarkes einerseits als eine Folge der durch den Schnitt gesetzten Reizung der Trigeminus- und Vaguswurzeln, welche hemmend auf die Athmung wirke; andererseits sollen in den der Verletzung nahegelegenen Stellen des Rückenmarkes Lähmungen zumal der Reflexe erzeugt werden: eine sogenannte Shockwirkung eintreten. Ebenso macht Wertheimer den Wund-Shock für den Stillstand der Athmung verantwortlich. Für die Vertheidiger der Rückenmarksathmung hat das klassische Athemcentrum am Boden der Rautengrube höchstens die Bedeutung eines Ordners der Athmung. Am deutlichsten erklärt uns wieder Wertheimer den Einfluss und die Thätigkeit dieses Centrum. Es bringt nach ihm Mässigung und Regelmässigkeit in die ungezügelten Athmungen des Rückenmarkes, es verstärkt ihre Tiefe, es vermindert ihre Häufigkeit, es zwingt das Ausathmungscentrum zur Unthätigkeit, es bewirkt, je nach dem Blute, von welchem es umspült wird, geordnete Athmung, Athemnoth, Apnoe u. s. w. Langendorff dagegen, bei seinen langsamen Rückenmarksathmungen, muss den ordnenden Einfluss des Nackenmark-Athemcentrum fast entgegengesetzt auffassen.

Sie werden mich nun mit Recht fragen, wo denn eigentlich das Athemcentrum seinen Sitz habe, und je nach Ihren allgemeinen physiologischen Anschauungen oder auf Autoritätsglauben hin sich entscheiden, ob die dritte Hirnhöhle und die Vierhügel, ob die vierte Hirnhöhle oder das Halsmark den Vorzug verdienen, oder Sie werden mit einer grossen Reihe von anerkannten Physiologen der Anschauung huldigen, dass es gar kein einheitliches Athemcentrum im Sinne der früheren

Gelehrten gebe, sondern dass eine grössere Zahl von Regierungssitzen für die Athmungsinnervation bestehe, welche entweder einander gleichwertig oder die einen den anderen über- oder untergeordnet seien. Solchen Meinungen bin ich in einer grösseren Versuchsreihe gegenübergetreten, welche ich auf Anregung und grossentheils in Gemeinschaft mit Professor Kronecker unternommen und dann im Jahre 1886 in der Zeitschrift für Biologie unter der Überschrift «die Athembewegungen und deren Innervation beim Kaninchen» veröffentlicht habe. Zahlreiche Versuche nach den verschiedensten Richtungen hin, haben mir den Beweis geliefert, dass der Sitz des klassischen Athemcentrum nicht verschoben zu werden braucht, dass es weder in höher gelegenen Hirntheilen, noch im Rückenmarke Centra der Athmung gibt. Für die höher gelegenen Theile war der Beweis nicht so schwierig zu erbringen. Erstens blieb, nachdem ein Querschnitt das Nackenmark in der Höhe der tubercula acustica durchtrennt hatte, die Athmung regelmässig, maschinenartig, und zweitens entstand Kopfdyspnoe nur dann, wenn der Trennungsschnitt unterhalb der Vaguskerne fiel. Deshalb aber leugnete ich keineswegs den grossen Einfluss, welcher von höher gelegenen Hirntheilen auf die Athmung ausgeübt werden kann; ich habe vielmehr gerade diesen Einfluss betont und seine Bedeutung geschildert und jetzt schon eine ganze Reihe von Anhaltspunkten gewonnen, um zu entscheiden, von woher und auf welchen Bahnen sich dieser Einfluss geltend macht. Doch davon ein anderes Mal. Was die Rückenmarksathmung betrifft, so zeigte ich, dass sowohl die auf directe elektrische Reizung des Rückenmarks erhaltenen, als bei strychnisirten jungen Thieren beobachteten reflectorischen und selbständigen Zusammenziehungen der Athemmuskulatur, nach Abtragung des Nackenmarkes, keine gewöhnlichen Athembewegungen, sondern Athemmuskelkrämpfe waren. Bei künstlich gesteigerter Erregbarkeit des Rückenmarks genügen leise Erregungen, sei es von der Haut, sei es von der Schnittfläche aus, um allmählich, durch Anhäufung der Reize, krampfartige Zusammenziehungen, sowohl des Zwerchfells, wie auch anderer Athem- und Körpermuskeln zu erzielen, gerade so, wie man sie künstlich durch unmittelbare elektrische Reizung des Rückenmarks erhält. Wollte man aber auch annehmen, dass die natürlichen Reize von der Schnittfläche, oder von der Haut aus nicht unterbrochen, sondern fortwährend und in gleicher Stärke einwirkten, so liessen sich trotzdem die rhythmischen Bewegungen des Zwerchfells, wie sie Langendorff und ich beobachtet hatten, leicht erklären. Es gibt genug Beispiele

in der Physiologie, welche zeigen, wie fortwährend fliessende Erregungen rhythmische Auslösungen bedingen. Ja man kann sogar den Beweis liefern, dass nicht nur organische, sondern auch willkürliche Muskeln, von ihren Nervencentren losgelöst, fortfahren rhythmische Bewegungen auszuführen. Beim Zwerchfellmuskel ist ein solches Verhalten schon recht frühzeitig und unter den verschiedensten Bedingungen beobachtet worden. Rhythmische Bewegungen und besonders Krämpfe der Athemmuskulatur sind also durchaus kein Beweis für das Bestehen von Centra der Athmung. Alle meine Erfahrungen sprechen gegen das Vorhandensein solcher Centra im Rückenmarke und die von Langendorff beobachteten Erscheinungen lassen sich alle leicht aus längst bekannten Thatsachen erklären. Während nun die Lehre von höher gelegenen Centra keine weiteren Verfechter gefunden hat, wurde diejenige der Rückenmarksathmung durch die besprochenen Aufsätze von Wertheimer und durch neuere Mittheilungen Langendorff's weiter ausgebaut.

Um einen klaren Einblick in die von Wertheimer geschilderten Erscheinungen zu erlangen, musste ich vor allen Dingen seine Versuche wiederholen. Bei 3—6 Monate alten Hunden und bei Katzen wurde mit einem glatten Schnitte das freigelegte Nackenmark, dicht unterhalb der Spitze des calamus scriptorius, vollständig quer abgetrennt. Sodann unterhielt ich bei den nicht mehr selbständig athmenden Rückenmarksthieren mittels des Kronecker'schen Respirationsapparates 2—4 Stunden lang künstliche Athmung und zwar meist der Art, dass die Luft durch einen über dem Gasleuchter aufgehängten Kupferkasten erwärmt zum Thiere gelangte. Trotzdem sank die Mastdarm-Temperatur der Versuchsthiere nach mehreren Stunden bis auf 27° C. So behandelte Thiere zeigten ein ganz eigenthümliches Verhalten. Allmählich begannen sie mässig schnelle, rhythmische Bewegungen zu machen. Vorder- und Hinterpfoten beugten und streckten sich gleichzeitig, krampfartig. Die Wirbelsäule folgte diesen Bewegungen, krümmte und streckte sich abwechselnd. Hals und Nackenmuskeln zogen den Kopf nach vorn gegen die Brust, oder nach hinten gegen das Rückgrat. In gleichem Rhythmus wie die Glieder wurde der Brustkasten nach ein- und abwärts bewegt, und zwar mit scheinbar grosser Gewalt. Dann schnellte er in seine Ruhelage zurück, ganz in derselben Art, wie man bei nicht mehr athmenden Menschen nach dem Armand-Sylvester'schen Verfahren, durch rhythmischen Druck auf den Brustkasten künstliche Athmung herstellt. Ferner zogen sich die Bauchmuskeln heftig zusammen und die Luft entwich mit hörbarem Geräusche aus der Luftröhre. Ein wirkliches Heben der Rippen

konnte ich nie bemerken; nie ging der Brustkasten im Sinne der Einathmung über die Gleichgewichtslage hinaus. Diese rhythmischen Krampfbewegungen des Thieres zeigten an Zahl keine Übereinstimmung mit dem Rhythmus des athmenden Wassertrommel-Gebläses. Nachdem die künstliche Athmung unterbrochen ist, sieht man diese Zusammenziehungen noch lange Zeit, wohl bis zu einer Stunde und darüber fortgehen, dann werden sie schwächer und langsamer, bis sie ganz aufhören. Oeffnet man zur Zeit der vollen Bewegungen die Bauchhöhle, so sieht und fühlt man, wie das Zwerchfell sich mit jedem Stoss des Brustkastens mitbewegt, wie es, mit dem *Ausathmungskrampfe nach unten in die Einathmungsstellung gedrängt,* bei dem Nachlassen des Krampfes wieder hinaufsteigt. Hält man die unteren Rippen fest und so auseinander, dass weder sie, noch die Lungen auf das Zwerchfell drücken können, so hören diese Bewegungen auf; sie sind somit passiv. Von Zeit zu Zeit tritt aber neben diesen passiven Zwerchfellbewegungen, ungefähr alle $^1/_2$—1 Minute, ein wirklicher, sehr langsamer, in deutlichen Absätzen verlaufender Einathmungskrampf auf, bei welchem das Zwerchfell herabsteigt, sich abflacht und selbst nach abwärts wölbt. Während der Zeit der Erschlaffung des Zwerchfells sieht und fühlt man ganz kleine rhythmische, zitternde Bewegungen des letzteren, welche gleichzeitig verlaufen mit dem sehr kräftigen und schnellenden Schlage des kaltblütig gewordenen Herzens, an welches sich das Zwerchfell, das seinen Tonus eingebüsst hat, dicht anschmiegt. Schneidet man Stücke des Zwerchfells aus, so sieht man noch während längerer Zeit rhythmische Zuckungen seiner Muskelfasern, ganz so, wie sie schon Budge (im Jahre 1842), Valentin, Volkmann, Remak, Brown-Séquard, Vulpian, Richet und Andere beschrieben haben. Richet z. B. sah bei einem Hunde nach dem Tode spontane Muskelbewegungen, welche ungefähr 55 Minuten andauerten, während der Blutkreislauf gänzlich aufgehoben war, indem das Herz entfernt worden. «Diese bemerkenswerthen Zusammenziehungen der Muskeln», sagt Richet, «waren rhythmisch; es waren Zuckungen in den Vordergliedern und im Zwerchfell, im Zwischenraume von ungefähr 4—10 Sec. aufeinanderfolgend».

Bei den Krämpfen des Zwerchfells, der Rumpf- und Gliedermuskulatur, überwiegen die Muskeln der Ausathmung und die Strecker, wie dies bei krampfartigen Zuständen gewöhnlich ist. War nach der Durchtrennung des Nackenmarkes, unterhalb des calamus scriptorius, das Athemcentrum in der vierten Hirnhöhle nicht abgetödtet worden, so konnte man unter günstigen Bedingungen

noch nach Stunden bei solchen Thieren die stärkste Kopfdyspnoe fortbestehen sehen. Die Nasenflügel hoben und senkten sich, die Kiefer öffneten und schlossen sich mit grosser Gewalt. Die Bewegungen des Kopfes aber waren ganz unabhängig von denen des Rumpfes, sie folgten einem ganz anderen Rhythmus. Man glaubte zwei verschiedene, selbständige Thiere vor sich zu haben. Dieses Bild, welches man nach mehrstündiger künstlicher Athmung an jungen Hunden und Katzen beobachtete, denen das Nackenmark vorher abgetrennt worden, war fast immer das gleiche; nur in der Stärke, in der Zahl und in der Verbreitung, nicht im Charakter der Bewegungen, fand bei den verschiedenen Thieren ein Unterschied statt. Muskelkrämpfe und Muskelzuckungen zeugen von einem aussergewöhnlichen Grade von Erregbarkeitserhöhung, sowohl im centralen Nervensysteme, als in den peripheren Gebilden. Wodurch dies entsteht, wie weit chemische Zersetzung des Blutes, Abkühlung, Absterbungserscheinungen hier von Einfluss sind: ob alle diese Ursachen gemeinsam wirken, das vermag ich nicht zu sagen, die Frage wäre aber wohl einer Untersuchung werth. Diese Erscheinungen aber als Athembewegungen aufzufassen, sie gar die natürliche Athmung zu nennen, dazu gehört eine grosse Vorstellungskraft. Dass übrigens bei Verletzungen des Rückenmarkes nicht nur der Thiere, sondern auch der Menschen die Reflexerregbarkeit sich bis zu allgemeinen Krämpfen steigern kann, ist eine allen Pathologen wohlbekannte Thatsache. Wertheimer selbst sagt in Bezug auf die rhythmische Bewegung der Glieder ganz richtig: «die Neigung des Rückenmarkes, nachdem es durchschnitten, d. h. von den Gehirncentra abgetrennt ist, periodische Zusammenziehungen auszulösen, findet sich, selbst wenn diese Bewegungen normalerweise nicht vorhanden sind». Warum soll die Athemmuskulatur nicht denselben Gesetzen unterworfen sein?!

Dass die Athmung nach Abtrennung des Nackenmarkes unterbrochen wird, haben Langendorff und Wertheimer, wie ich erwähnt habe, als Shock-Wirkung erklärt. Es galt nun Bedingungen zu finden, welche diese Shock-Wirkung unschädlich machten, oder sie aufhoben; dann durfte die Rückenmarksathmung nach querer Durchtrennung des Halsmarkes nicht aufhören, sondern sie musste fortbestehen. Stand aber die Athmung trotzdem still, so musste man naturgemäss schliessen, dass es im Rückenmarke keine Athemcentra geben könne. Die Richtigkeit dieser Schlussfolgerung ist auch von Langendorff und Wertheimer anerkannt worden und beide haben nach dieser Richtung hin Versuche

gemacht. Wertheimer unterband die beiden Carotiden und Aa. vertebrales am Halse und gedachte so, Gehirn mit Nackenmark blutleer zu machen und seine Thätigkeit zu unterbrechen. Er erhielt, was seit Kussmaul-Tenner bekannt ist, grosse Athemnoth und allgemeine Krämpfe, an denen das Thier schnell zu Grunde ging. Auch die von Fredericq und von mir versuchte Art, das Nackenmark durch unmittelbare Erfrierung auszuschalten, gab ihm nicht die gewünschten Erfolge. Dagegen glaubte er in der hochgradigen allgemeinen Herabsetzung der Körpertemperatur der Versuchsthiere ein Mittel gefunden zu haben, die Hemmungswirkung des Trennungsschnittes auszuschalten, während Rückenmarksathmung und Reflexe nicht unter der Abkühlung litten, sondern im Gegentheil nur noch lebhafter wurden und sich sehr bald oder sogar unmittelbar nach der Operation einstellten. Es muss also, nach Wertheimer, die allgemeine Abkühlung gleichzeitig lähmen und erregen. Bei einer Bluttemperatur von 18° C. sollen die Athemcentra des Rückenmarkes mit grosser Schnelligkeit und Zähigkeit arbeiten! Die Annahmen, welche Wertheimer zur Erklärung dieser Erscheinung machen muss, sind so gezwungen, dass sie allein genügen, die Unhaltbarkeit seiner Athmungslehre zu zeigen. Dieser Abkühlungsversuch beweist weder für die reizlose Ausschaltung des Nackenmarkes, noch für das Bestehen einer Rückenmarksathmung irgend etwas, doch muss ich mir versagen, hier näher darauf einzugehen. Auf die Langendorff'schen Ergebnisse nach dieser Richtung komme ich später zurück.

Tief schlafende Murmelthiere verhalten sich, wie ich schon früher einmal geschildert habe, in vieler Beziehung wie Reflex-Thiere. Kneift man den Schwanz, so bewegen sie bald diese, bald jene Hinterpfote; reizt man eine Hinterpfote, so hebt sich diejenige der anderen Seite, ebenso verhält es sich mit den Vorderpfoten. Zugleich aber wird jedesmal die Athmung verändert. Die gewöhnliche Athmung der winterschlafenden Thiere ist eine äusserst träge: jede $^1/_2 - 1$ Minute sieht man einen Athemzug, der so oberflächlich ist, dass man ihn überhaupt nur bei aufmerksamer Beobachtung bemerkt. Wenn man den Schwanz und die Pfoten kneift, so kann man jedesmal einen Athemzug auslösen, oder den eben ablaufenden vertiefen. Nur darf man die Reize nicht zu schnell wiederholen, da sich sonst die Reflexe, wie bekannt, bald abstumpfen. Legt man bei diesen Thieren das Nackenmark bloss, wobei sie ruhig und tief weiter schlafen, durchtrennt dann dasselbe unterhalb des calamus scriptorius mit einem schnellen, scharfen Schnitte, so sieht man keine einzige Zuckung auftreten. Sofort hört die Athmung

unwiderruflich auf. Die Reflexe dagegen, mit Ausnahme derjenigen auf die Athmung, bestehen fort, sie werden sogar nach kurzer Zeit auffallend stark, so dass beim Kneifen der Hinterpfoten sich häufig die Bewegung auch den vorderen Gliedern mittheilt. Wie viele und wie starke Reize man aber auch anwenden mag, eine Athembewegung vermögen sie nicht mehr auszulösen. Das Herz jedoch schlägt auch ohne künstliche Athmung wohl noch länger als eine Stunde. Bei den schlafenden Murmelthieren kann daher von einem Shock nach Abtrennung des Nackenmarkes nicht die Rede sein. So müssen wir aus diesem Versuche schliessen, dass der Schnitt unterhalb des Nackenmarkes die Athmung deshalb unterbricht, weil er die Leitung zwischen Centrum und Athemmuskulatur aufhebt. Vom Rückenmarke wird die Athmung nicht beherrscht.

Einen weiteren, durchaus vollgiltigen Beweis gegen die Shock-Annahme bieten die theilweisen Rückenmarksdurchtrennungen, welche schon Schiff und Vulpian gegen Brown-Séquard mit Erfolg geltend gemacht hatten. Schiff zeigte bei Gelegenheit eines medicinischen Congresses im Jahre 1871 einen Windhund vor, bei dem es ihm, wie schon früher einmal, gelungen war, einen Seitenstrang des verlängerten Markes am unteren Rande des Hinterhauptloches zu durchschneiden, wonach die Bewegung aller vier Glieder binnen weniger Tage sich wieder herstellte. Das Thier lief behend im Zimmer umher und konnte alle Bewegungen ausführen. Die Athmung aber blieb während sechs Wochen auf eine Seite beschränkt, und als das Thier darauf durch tiefen Aetherrausch getödtet und der Bauch vor völliger Erlöschung der Athmung geöffnet wurde, konnte auch die durchaus einseitige Athembewegung des Zwerchfells nachgewiesen werden. Ferner zeigte Schiff bei Kaninchen, dass nach Durchschneidung entweder einer Hälfte des Markes, oder bloss des Seitenstranges das vorher geathmete Luftvolum in der Zeiteinheit um $^1/_3$ vermindert war.

Am 21. März 1887 eröffnete ich bei einem morphinisirten, ausgewachsenen, noch ziemlich jungen und kräftigen Hauskater die Hinterhauptsmembran unter streng antiseptischen Massnahmen und durchtrennte mit schnellem, scharfen Schnitte eines feinen Staarmessers die ganze rechte Hälfte des Halsmarkes vom Mediankanal aus vollkommen unblutig. Auf der linken Seite ging die Athmung ohne Unterbrechung weiter, *rechts stand sie still.* Die rechte Körperhälfte war vollkommen gelähmt. Nachdem die Wunde sorgsam vernäht und das Thier in seinen Käfig gebracht war, legte es sich sofort auf die rechte Seite, um den

Brustkasten auf der linken Seite frei ausdehnen zu können. Umgelegt hatte es die grösste Mühe zu athmen und wälzte sich sofort wieder auf die rechte Seite zurück. Nach 6—8 Tagen stellten sich in der gelähmten Körperhälfte Gefühl und Bewegung in geringem Grade wieder ein; die Athmung blieb unverändert. Beim Anschauen des Brustkastens fiel vom ersten Tage an die Ungleichmässigkeit der beiderseitigen Bewegungen auf. Während die linke Brustseite sich kräftig hob und ausdehnte, zog sich die rechte nach einwärts und, während die linke in Ruhelage überging, oder, wie dies häufig geschah, in thätige Ausathmung, kehrte die rechte Seite wieder in die ursprüngliche Gleichgewichtslage zurück. Niemals beobachtete ich auf der gelähmten Seite eine thätige Ein- oder Ausathmung. Am Bauche war die Ungleichmässigkeit der Bewegungen beider Seiten wegen der gefüllten Därme, welche die Bauchdecken auf beiden Seiten in gleicher Spannung hielten, nicht zu bemerken. Die Ungleichmässigkeit der Bewegungen am Brustkasten blieb die ganze Beobachtungszeit hindurch unverändert bestehen und konnte aufgeschrieben werden: mittels zwei an einem gebogenen Stahlbügel befestigten, gleich grossen Marey'schen Luftkapseln, welche die Bewegungen mittels gleich langer und gleich weiter Gummischläuche auf Schreibkapseln übertrugen. Es war schwierig, die Aufnahme-Kapseln auf gleichnamigen Stellen des Brustkastens unbeweglich zu befestigen, ohne dass sie letzteren dabei drückten, sie verschoben sich leicht und dann schrieben die Federn nicht mehr von derselben Ordinate aus. Während nun die Schreibfeder der linken Seite eine Einathmung aufzeichnete, schrieb die der rechten Seite eine Ausathmung auf und umgekehrt. Links schoben sich zuweilen noch kleine Einathmungen (willkürliche) dazwischen, welchen rechts keine Bewegung des Brustkorbes entsprach. Zehn Tage nach der Operation wurde dem sonst wieder munteren Kater die Wunde geöffnet. Nur dicht unter der Haut war ein wenig Eiter zurückgeblieben. Muskeln und Bindegewebe waren schon so fest verwachsen, dass sie mit dem Messer getrennt werden mussten. Als der obere Theil des Halsmarkes frei gelegt war, sah man die feine linienförmige Narbe auf der rechten Seite sehr deutlich. Die Rückenmarksmasse sah an dieser Stelle wie eingeschnürt aus. Ich durchtrennte nun in gleicher Weise wie das erste Mal, ein bis zwei Linien oberhalb des vorigen Schnittes, die linke Hälfte des Halsmarkes, wiederum, ohne dass ein Tropfen Blut floss. Sofort stand die Athmung auf beiden Seiten des Körpers still, während die Kopfathmung sich mit starker Athemnoth einstellte. Es musste sehr bald künstliche Athmung

eingeleitet werden, doch zeigte sich im Verlaufe der ersten Stunde keine Spur einer Athembewegung des Rumpfes. Das blosgelegte Zwerchfell war ganz bewegungslos. Der Kopf aber athmete so lange weiter, bis das Athemcentrum am Boden der vierten Hirnhöhle zerstört worden, dann hörte auch die Kopfathmung auf.

Dieser Versuch scheint mir für den Sitz des Athemcentrum in dem Nackenmarke unwiderleglich zu sprechen. Zehn Tage nach der ersten Operation, während sich Gefühl und Bewegung auf der verletzten Körperseite theilweise wieder hergestellt hatten, konnte von einer Shock-Wirkung nicht mehr die Rede sein. Trotzdem kehrte die Athmung auf der rechten Seite nicht wieder und als nun die linke Seite ebenfalls durchtrennt worden und dennoch die rechte ruhig geblieben, war an eine Rückenmarksathmung nicht mehr zu denken. Der Einwurf, dass die zweite Abtrennung eine doppelseitige Hemmung verursacht und somit die vielleicht doch noch vorhandenen, nur äusserlich nicht sichtbaren Rückenmarksathmungen unterbrochen hätte, ist unmöglich, nachdem der erste Halbschnitt ohne Shock geblieben. Langendorff selbst gibt zu, dass, je geübter man ist, desto seltener länger dauernde doppelseitige Athmungsstillstände nach einseitiger Durchtrennung des Halsmarkes statthaben, und Wertheimer hat aus seinen Versuchen geradezu geschlossen, dass, wenn nach unvollkommener Durchtrennung des Rückenmarkes selbständige Athmung wieder auftritt, dieselbe nicht aufgehoben wird, wenn man den Schnitt vervollständigt. Zur Vorsorge war ich mit dem zweiten Schnitte ein wenig höher hinaufgegangen, um ja jede Zerrung und Quetschung zu vermeiden. Die zweite Operation verlief ebenso glatt wie die erste, nach welcher ein doppelseitiger Athmungsstillstand nicht eingetreten war. Also auch dieser Versuch, wie derjenige von Schiff, lehrte überzeugend, dass die Athmung nach Abtrennung des Nackenmarkes nicht deshalb unterbrochen wird, weil dieser Schnitt hemmend und lähmend auf die Thätigkeit der Rückenmarkscentra wirkt, sondern weil durch denselben die Verbindung des Athemcentrum in der vierten Hirnhöhle mit den auslaufenden Bahnen zu den Ganglien der Athemmuskelnerven getrennt worden ist. — Als ich denselben Kater nun nach dem Vorgange Wertheimers mehrere Stunden lang künstlich hatte athmen lassen, verhielt er sich durchaus so, wie alle diese Thiere und wie ich es Ihnen vorhin geschildert habe. Bemerkenswerth ist, dass jetzt beide Seiten: sowohl die seit 10 Tagen gelähmte, als die zuletzt abgetödtete sich in ganz gleicher Weise bewegten. Es ist demnach wohl unzweifelhaft,

dass die von Wertheimer sogenannten Rückenmarksathmungen weiter nichts als postmortale Erregungsfolgen sind und nicht der Ausdruck lebendiger physiologischer Vorgänge.

Aber auch Langendorff hat halbseitige Durchtrennungen des Halsmarkes unternommen und kommt auf Grund derselben zu einem dem meinen entgegengesetzten Urtheile. Er sah bei Kaninchen nach einigen Stunden auf der verletzten Seite «spärliche, aber unzweifelhafte Athembewegungen» sich einstellen. Das ist das Einzige, was wir über die Art derselben erfahren und was so ganz verschieden von dem lautet, was uns Wertheimer über die Rückenmarksathmung berichtet. Kaninchen sind ausserdem, ihrer eigenthümlichen Athemweise wegen, zu diesen Versuchen recht ungeeignet, und Langendorff hat denn auch, um sich vor Täuschungen durch Mitbewegung der gesunden Seite zu bewahren, nicht allein den Zwerchfellnerv der sicher athmenden Seite, sondern auch den Brustkasten theilweise, und zwar vorn und hinten, reseciren müssen. Aber auch dann ist der Entscheid nicht sicher. Den einzigen sichern Beweis für die Fortdauer der Athmung nach halbseitiger Markdurchtrennung, der auch so viel einfacher gewesen wäre, nämlich: später die andere Hälfte durchzuschneiden, hat Langendorff nicht geführt.

Die Ihnen hier geschilderten Versuche, in Gemeinschaft mit meinen frühern Untersuchungen, genügen, glaube ich, die Unhaltbarkeit der Lehre von der Rückenmarksathmung darzuthun. So dürfen wir getrost zur Lehre Galen's zurückkehren und anerkennen, dass die Athmung lediglich vom Gehirn abhängig sei. Die Regierung der Athmung wird ihren klassischen Sitz behalten.

G. A. Badertscher.

Ueber den Einfluss der Temperatur auf Phosphorescenzerscheinungen.

Vorgetragen in der Sitzung vom 17. November 1888.

I. Wirkung der Wärme auf bei gewöhnlicher Temperatur abgeklungene phosphorescirende Substanzen.

Während zahlreiche Untersuchungen sich mit der Lichtausstrahlung phosphorescirender Körper nach der Beleuchtung beschäftigten, ist über das Verhalten dieser Substanzen nach dem Abklingen sehr wenig bekannt.

Becquerel*) teilt mit, dass phosphorescirende Körper, welche nach der Belichtung aufgehört haben zu leuchten, beim Erwärmen im Dunkeln wiederum Licht ausstrahlen; dass sie diese Fähigkeit jedoch nach drei- bis viertägigem Liegen im Dunkeln verlieren.

Damit im Widerspruch steht eine von A. Forster**) publizirte Beobachtung folgenden Inhalts:

Der Autor exponirte am 29. Mai 1866 drei Röhren, gefüllt mit hellgrün leuchtendem Strontian-Phosphor†), dem diffusen Tageslicht und verpackte dieselben darauf sorgfältig in schwarze Tücher, welche in hermetisch verschlossenen Kästchen aufbewahrt wurden. Die eine der Röhren wurde am Abend des 31. Mai bei völliger Dunkelheit geöffnet; sie zeigte sich vollkommen dunkel. Nun wurde die Röhre in ein bereit gehaltenes Gefäss mit siedendem Wasser geworfen; nach wenigen Augenblicken begann die Substanz wieder mit dem ihr eigentümlichen, grünlichen Licht zu leuchten. Das Leuchten dauerte mindestens eine Viertelstunde.

Die zweite Röhre wurde am 29. Mai 1867 ebenfalls in völliger Dunkelheit ihrer Hüllen entledigt und in siedendes Wasser geworfen. Nach etwa 1—2 Minuten liess sich ein sehr schwacher Lichtschimmer bemerken, der eben hinreichte, die Röhre sichtbar zu machen. Dieses Leuchten war ausnehmend schwächer, als das der nach blos zwei-

*) Becquerel: La Lumière. Tome I p. 52.

**) Poggend. Annalen 1868.

†) Wir bezeichnen in Zukunft phosphorescirende Substanzen mit dem kürzeren Namen «Phosphore».

tägigem Liegen untersuchten Röhre; namentlich war von einem bestimmten Farbenton nichts mehr zu bemerken.

Nach zwei Jahren wurde die dritte Röhre in gleicher Weise behandelt, wobei nicht der leiseste Lichtschimmer mehr bemerklich wurde. Dass die Substanz nicht merklich verändert sein konnte, bewies der Umstand, dass dieselbe nach kurzem Beleuchten sehr lebhaft grün phosphorescirte.

Es scheint sich aus diesem Versuche zu ergeben, dass zwar im Dunkeln liegende, abgeklungene Phosphore die Fähigkeit, beim Erwärmen wieder zu leuchten, mit der Zeit verlieren. dass sie aber dieses Vermögen viel länger bewahren, als dies nach der Bemerkung Becquerel's angenommen werden sollte.

In der folgenden Untersuchung stellte ich mir die Aufgabe, das Verhalten der bei gewöhnlicher Temperatur abgeklungenen Phosphore bei Temperaturerhöhung im Dunkeln zu prüfen.

Es dienten zu dieser Arbeit 16 von Schuchardt in Görlitz hergestellte Phosphore. Bekanntlich bestehen die am schönsten leuchtenden, phosphorescirenden Substanzen aus den Schwefelverbindungen der alkalischen Erden Proben der 16 genannten Schuchardt'schen Phosphore wurden in Salzsäure gelöst und spektralanalytisch untersucht. Es ergab sich dabei, dass dieselben bestehen:

№	Bezeichnung nach Schuchardt	bestehend aus:
1.	Rot	Schwefelcalcium
2.	Dunkelorange	„
3.	Orange	„
4.	Orangegelb	„
5.	Gelb	Schwefelstrontium
6.	Hellgrün	„
7.	Grün	„ und Schwefelcalcium
8.	Blaugrün	Schwefelcalcium
9.	Blaugrün	„ und Schwefelstrontium
10.	Grünblau	„ „
11.	Hellblau	„ „
12.	Himmelblau	Schwefelcalcium
13.	Kornblau	„
14.	Indigoblau	„
15.	Hellviolet	„
16.	Dunkelviolet	„

Zunächst constatirte ich, dass diese Körper noch nach $2^1/_2$ Monaten die Fähigkeit, beim Erwärmen im Dunkeln zu leuchten, nicht verlieren; auf längere Zeit erstreckten sich meine Versuche nicht. Schon Becquerel hat gefunden, dass ein und dieselbe Substanz beim Erwärmen successive verschiedenfarbiges Licht ausstrahlt. Im Allgemeinen traten zuerst weniger brechbare, gegen Ende des Leuchtens brechbarere Strahlen auf.

Ich suchte nun zu bestimmen:

1) Bei welcher Temperatur beginnt bei verschiedenen, im Dunkeln abgeklungenen Phosphoren das Leuchten?
2) Wie verändert sich bei zunehmender Temperatur die Brechbarkeit der ausgestrahlten Farbe?
3) Bei welcher Temperatur hört die Lichtausstrahlung definitiv auf?
4) Wie verändern sich die Erscheinungen mit der Dauer des Liegens im Dunkeln?

Zu diesem Zwecke wurden je drei Proben der verschiedenen Phosphore gleichzeitig mit Magnesium-Licht beleuchtet, worauf man dieselben im absoluten Dunkel abklingen liess. Die erste Probe wurde 24 Stunden nach der Beleuchtung, die zweite einen Monat und die dritte $2^1/_2$ Monate nach der Belichtung untersucht. Die Untersuchung geschah des Nachts in einem dunkeln Raum mit Hilfe des von H. F. Weber *) in Zürich zur Bestimmung der Temperatur, bei welcher die Lichtemission fester Körper beginnt, construirten Apparates. Der betreffende Apparat ist wie folgt construirt: Auf einen Cylinder von Eisenblech, der die Flamme eines Bunsenbrenners umgibt, ist ein Blechtrichter gestülpt, dessen obere, vier Centimeter weite Oeffnung mit einer dünnen, in einen Messingring eingespannten Lamelle von Platin verschlossen isl. Ein unter der Lamelle seitlich angebrachtes Rohr lässt die Verbrennungsgase entweichen. Auf die Platinlamelle wird ein zweiter, gleich grosser, inwendig geschwärzter Trichter in umgekehrter Stellung so aufgesetzt, dass die Lamelle den Bodenverschluss dieses Trichters bildet. Der Trichter erweitert sich nach oben genügend, dass sich das Gesicht des Beobachters hineinbeugen kann, um im Dunkelzimmer bei Nacht ein vollständig dunkles Gesichtsfeld vor sich zu haben. In die Mitte der Platinlamelle von ca. 0,1 mm. Dicke wurde die eine Lötstelle eines Thermoelements aus 0,14 mm.

*) Sitzungsberichte der königl. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Bd. XXVIII. 1887.

dicken Neusilber- und Kupferdrähten mittelst Silber so eingelötet, dass die Dicke der Lamelle dabei nicht verändert wurde, während die andere Lötstelle der Temperatur von 0° ausgesetzt war. Das Thermoelement wird unter Einschaltung eines grössern Rheostatwiderstandes in Verbindung mit einem im hellen Nebenzimmer befindlichen Galvanometer gebracht. Auf die Platinlamelle wurde nun bei dem schwachen Lichte einer durch eine dunkelrote Glasplatte abgeschlossenen kleinen Laterne die zu untersuchende Substanz in der Menge von ca. 0,5 gr. gebracht. Hierauf steigerte man ganz allmälig die unter der Lamelle befindliche kleine Bunsen'sche Gasflamme, bis das erste Leuchten auftrat. Während nun der eine Beobachter im Dunkelzimmer über die Lichterscheinungen laut referirte, worüber eine im Nebenzimmer befindliche Person Protokoll führte, diktirte gleichzeitig der Beobachter am Galvanometer die Ausschläge in die nämliche Feder. Indem nun ganz langsam die Temperatur der Lamelle durch Vergrössern der Flamme gesteigert wurde, konnten die Veränderungen des Leuchtens in Bezug auf Helligkeit und Lichtfarbe bequem beobachtet werden. Der Versuch wurde jeweilen bis zum Erlöschen des Leuchtens fortgesetzt.

Zur Bestimmung der Temperaturdifferenz der erwärmten und der im Eis befindlichen Lötstelle wurde das Platinblech abgeschraubt und in ein Oelbad gesenkt, dessen Temperatur durch ein genau jüstirtes Quecksilberthermometer bestimmt wurde. Man beobachtete nun bei verschiedenen Temperaturen und unter Einschaltung verschiedener Widerstände die Ausschläge des gut aperiodischen Spiegelgalvanometers. Bezeichnet man mit

t und t_1 = zwei verschiedene Temperaturdifferenzen beider Lötstellen,

n und n_1 = die zugehörigen Scalenteilausschläge des Galvanometers,

β und γ = zwei Constante,

so hat man die Beziehung

$$n = \beta t + \gamma t^2$$

$$n_1 = \beta t_1 + \gamma t^2, \text{ woraus}$$

$$\beta = \frac{n_1 t^2 - n t_1^2}{t_1 t^2 - t t_1^2} \text{ und}$$

$$\gamma = \frac{n - \beta t}{t^2}.$$

Um bei den spätern Versuchen nicht jeden einzelnen Scalenausschlag in die entsprechende Temperatur nach der Gleichung

$$t = \frac{-\beta \pm \sqrt{\beta + 4n}}{2\gamma}$$

umwandeln zu müssen, construirte ich für die Widerstände 200,500 und 1000 Ohm die zugehörigen Curven, indem ich als Abscissen die nach der Formel*)

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{n}{2A}\left(1 - \left(\frac{n}{2A}\right)^2\right)$$

[n = Anzahl der Scalenteile,
A = Abstand der Scala vom Spiegel, ausgedrückt in Scalenteilen]

reducirten Galvanometerausschläge, als Ordinaten die am hundertteiligen Thermometer abgelesenen Temperaturen abtrug.

1. Phosphorescenzerscheinungen der 24 Stunden im Dunkeln gelegenen Phosphore.

Nr. 1. Rot

leuchtet nicht mehr beim Herausnehmen aus dem Dunkelkasten.

t = Zeit, T = Temperatur.

9h 58m	0s	90°	sehr schwaches, unbestimmtes Leuchten.
»	10s	»	kaum wahrnehmbarer Lichtschimmer.
»	30s	»	fast nichts mehr zu bemerken.
»	32s	149°	Helligkeit nimmt zu, Farbe nimmt einen Stich in's Grünlichblaue an.
	40s	144°	Helligkeit nimmt ab.
9h 59m	—	179°	leuchtet etwas heller, Farbe mehr bläulich.
59m	20s	»	Abnahme der Helligkeit.
»	40s	225°	wird momentan heller, Farbe bläulich, nimmt aber rasch einen unbestimmten Ton an.
10h	—	262°	es leuchten nur noch einzelne Punkte in bläulichem Lichte.
10h 0m	30s	373°	einzelne Punkte erscheinen ziemlich gut bläulich; Helligkeit nimmt rasch ab.
10h 1m	30s	383°	kurzes Aufleuchten und unmittelbares Erlöschen.

Dauer des Versuchs: 3½ Minuten.

*) F. Kohlrausch: Leitfaden der praktischen Physik.

Nr. 2. Dunkelorange

ist erloschen.

10^h	30^m 5^s	63^0	leuchtet nicht.
	30^m 20^s	$82{,}5^0$	schwaches Leuchten in unbest. Farbe.
	30^m 40^s	$104{,}5^0$	Farbe wird gelblich.
	30^m 50^s	»	beinahe erloschen.
	31^m 5^s	140^0	sehr schwaches, gelbliches Leuchten.
	32^m 30^s	146^0	fast gänzlich erloschen.
	32^m 50^s	175^0	kurzes Aufleuchten in unbest. Farbe.
	33^m 15^s	180^0	beinahe erloschen.
	33^m 45^s	281^0	etwas heller, Farbe grünlichgelb.
	33^m 50^s	284^0	Farbe gelblich, an Helligkeit rasch abnehmend.
	33^m 55^s	373^0	schwaches Leuchten in unbest. Farbe.
10^h	34^m —	400^0	sehr schwaches Aufleuchten mit darauffolgendem Erlöschen.

Dauer des Versuchs: 3^m 55^s.

Nr. 4. Orangegelb.

Die Substanz leuchtet auch nicht mehr.

11^h	41^m 30^s	85^0	sehr schwaches Leuchten in unbest. Farbe.
	41^m 55^s	»	fast gänzlich erloschen.
	42^m 5^s	161^0	schwache Vermehrung der Helligkeit, Farbe grüngelb, rasch an Intensität abnehmend.
	42^m 55^s	»	es leuchten nur noch einzelne Punkte am Rande in grüngelber Nüance.
	43^m 30^s	160^0	die Mitte beinahe gänzlich erloschen.
	55^s	»	kaum wahrnehmbarer Lichtschimmer.
	44^m 10^s	232^0	schwache Steigerung der Intensität.
	44^m 40^s	367^0	geringe Zunahme der Helligkeit, rasch abnehmend.
11^h	44^m 55^s	373^0	nur noch einzelne Punkte am Rande leuchtend.
	45^m 10^s	388^0	kaum merkliche Steigerung der Helligkeit, rasch erlöschend.

Dauer des Versuchs: 3^m 40^s.

Nr. 6. Hellgrün

zeigt schwachen Lichtschimmer, der bei Handwärme etwas zunimmt.

11^h	29^m 20^s	76^0	schönes Leuchten von grünlicher Färbung.
	29^m 35^s	»	Helligkeit nimmt ab.
	55^s	75^0	Helligkeit nimmt wesentlich ab.
	30^m 10^s	140^0	sehr schönes, grünes, nur 2 Sekunden andauerndes Aufleuchten, sehr rasch an Helligkeit abnehmend.

11^h	30^m 30^s	139^0	fast gänzlich erloschen mit Ausnahme von einzelnen Punkten am Rande.
	30^m 50^s	230^0	die Punkte am Rande leuchten etwas stärker, die Mitte ist gänzlich dunkel.
	31^m 15^s	373^0	schwache Steigerung der Helligkeit und rasches Erlöschen.

Dauer des Versuchs: 1^m 55^s.

Nr. 7. Grün

leuchtet beim Herausnehmen ganz schwach, bei Handwärme grünliche Nüance annehmend.

10^h	7^m 30^s	88^0	Leuchten in grünblauer Farbe.
	8^m —	88^0	Helligkeit nimmt ab.
	9^m —	88^0	Helligkeit nimmt noch mehr ab.
	10^m —	87^0	Farbe wird unbestimmt.
	10^m 30^s	152^0	Zunahme der Helligkeit, Farbe schön blau.
	10^m 45^s	152^0	Abnahme der Helligkeit.
	11^m —	154^0	Farbe wird bläulich.
	11^m 30^s	154^0	Farbe wird unbestimmt.
	11^m 35^s	205^0	schönes Aufleuchten in hellblauer Farbe, nach wenig Sekunden abnehmend.
	12^m 30^s	205^0	Helligkeit bedeutend abgenommen, Farbe schwach grünlich.
	12^m 45^s	352^0	kurzes Aufleuchten, rasche Abnahme der Helligkeit.
	13^m —		es leuchten nur noch wenige Punkte.
	14^m —		fast gänzlich erloschen.
	15^m —	400^0	schwaches Aufleuchten und rasches Erlöschen.

Dauer des Versuchs: $7^1/_2$ Minuten.

Nr. 10. Grünblau

leuchtet nicht mehr.

9^h	23^m 50^s	73^0	leuchtet mit unbest. Farbe und mässiger Intensität.
	24^m 5^s	109^0	Helligkeit steigt merklich; Farbe unbestimmt mit einem leichten Stich in's Bläuliche.
	24^m 55^s	152^0	Helligkeit nimmt zu; Ton besser bläulich.
	25^m —	160^0	Helligkeit nimmt ab.
	25^m 10^s	189^0	Zunahme der Helligkeit; einzelne Punkte leuchten gut blau.
	25^m 40^s	189^0	Intensität nimmt ab.
	26^m 10^s	241^0	Helligkeit mehrt sich; Farbenton wird bläulich.

$9^h\ 26^m\ 15^s$	240^0	Abnahme der Helligkeit und Farbe.
$26^m\ 20^s$	274^0	der Ton wird wieder besser bläulich.
$26^m\ 35^s$	340^0	Intensität und Farbenton nehmen noch mehr zu, fallen aber rasch ab.
$27^m\ 10^s$	343^0	beinahe erloschen.
$27^m\ 30^s$	400^0	es leuchten nur noch einzelne Punkte hell auf, klingen dann rasch bläulichgrün ab und erlöschen.

Dauer des Versuchs: $3^m\ 40^s$.

Nr. 11. Hellblau

ist bei Handwärme eben noch sichtbar.

$9^h\ 35^m\ 5^s$	87^0	leuchtet mit schwach bläulichem Schimmer.
$35^m\ 20^s$	112^0	Helligkeit nimmt etwas zu, einzelne Punkte treten hellblau hervor.
$35^m\ 30^s$	136^0	der Ton wird besser bläulich.
$36^m\ —$	141^0	einzelne Punkte leuchten ziemlich gut blau.
$36^m\ 15^s$	158^0	Helligkeit nimmt zu.
30^s	160^0	Helligkeit nimmt ab.
40^s	160^0	Helligkeit nimmt bedeutend ab.
$37^m\ 15^s$	192^0	einzelne Punkte erscheinen besonders schön hellblau, nehmen aber rasch an Intensität ab.
$37^m\ 30^s$	241^0	Helligkeit nimmt ab.
40^s	240^0	Helligkeit nimmt bedeutend ab, Farbe nicht mehr so bestimmt.
$37^m\ 45^s$	297^0	Helligkeit nimmt momentan zu, Farbe wird besser blau.
$38^m\ 5^s$	297^0	rasche Abnahme der Helligkeit.
$38^m\ 15^s$	380^0	schön hellblaues Aufleuchten, beim Erlöschen grünblau abklingend.

Dauer des Versuchs: $3^m\ 10^s$.

Nr. 12. Himmelblau

leuchtet noch mit schwachem Lichtschimmer; bei Handwärme geringe Verstärkung wahrnehmbar.

$10^h\ 54^m\ 55^s$	83^0	sehr schwacher, leicht hellblauer Lichtschimmer.
$55^m\ 25^s$	83^0	Helligkeit nimmt ab, Farbe unbestimmt.
30^s	83^0	Helligkeit und Farbe nehmen stetsfort ab.
50^s	83^0	id.

10h 56m	15s	107°	helleres Leuchten, Farbe bläulich.
	30s	111°	Helligkeit nimmt ab, Farbe unbestimmt.
	45s	113°	Farbe wenig bestimmt.
57m	—	113°	wesentlich schwächer.
	20s	128,5°	heller, Farbe bläulich.
	30s	128,5°	Abnahme von Helligkeit und Farbe.
	40s	166°	beginnt hellblau zu leuchten.
	55s	166,5°	Farbe wieder unbestimmt.
58m	—	168°	Helligkeit nimmt merklich ab.
	15s	169°	id.
	35s	184°	hellblaues Aufleuchten, rasch abklingend.
	55s	184°	Farbe mehr grünlichblau.
59m	15s	303°	hellblaues Aufleuchten; einzelne Punkte besonders schön dunkelblau.
	30s	307°	sehr rasche Abnahme der Intensität.
	55s	339°	einzelne Punkte erscheinen noch bläulich; die Hauptmasse ist erloschen.
11h —	15s	342°	nur noch einzelne Punkte am Rande besonders schön leuchtend.
	30s	400°	sehr schönes Aufleuchten und rasches Erlöschen.

Dauer des Versuchs: 5m 35s

Nr. 13. Kornblau

leuchtet noch mit sehr schwachem Schimmer, dessen Lichtstärke bei Handwärme etwas gesteigert wird, ohne eine bestimmte Farbe anzunehmen.

11h 14m	30s	77°	leuchtet schwach bläulich.
	45s	77°	Helligkeit nimmt ab.
15m	10s	77°	Helligkeit nimmt merklich ab.
	30s	110°	Helligkeit nimmt zu, Farbe blauviolett.
	55s	109°	Helligkeit nimmt ab, Farbe bläulich.
16m	15s	136°	schön hellblaues Aufleuchten.
	30s	137,5°	Abnahme der Intensität.
	40s	146°	Farbe wird unbestimmt bläulich.
17m	—	158°	schön hellblau.
	25s	244°	Abnahme der Helligkeit, Farbe noch bläulich.
	50s	240°	Farbennüance noch entschieden bläulich.
18m	15s	242°	Helligkeit nimmt mehr und mehr ab; Farbe nur noch am Rande bläulich.

$11^h\ 18^m\ 30^s$ 251° Helligkeit nimmt rasch ab.
45^s 356° sehr schönes Aufleuchten, worauf rasches Erlöschen erfolgt.
Dauer des Versuchs: $4^m\ 15^s$

Nr. 14. Indigoblau

leuchtet noch schwach mit unbestimmtem Schimmer.

$8^h\ 11^m\ 10^s$ 95,5° leuchtet entschieden hellblau, Intensität ziemlich gut.
$11^m\ 15^s$ 94,5° Helligkeit nimmt ab; Farbe wird etwas unbestimmt.
$11^m\ 20^s$ 109° Helligkeit steigt, Farbe nimmt einen Stich in's Violette an.
25^s 111° Helligkeit nimmt ab; einzelne Punkte am Rande leuchten mehr grünlich.
35^s 111° Helligkeit nimmt merklich ab; Farbe wird unbestimmter.
$12^m\ 10^s$ 125° die Farbe wird wieder bläulich.
$12^m\ 50^s$ 133° Helligkeit nimmt ab.
$13^m\ 15^s$ 146° Helligkeit nimmt zu; Farbe bläulich.
$13^m\ 55^s$ 148° Farbe ist unbestimmt.
$14^m\ 5^s$ 181° Aufleuchten in mehr dunkelblauer Farbennüance.
30^s 181° Helligkeit hat etwas abgenommen; Farbe erscheint mehr hellblau.
40^s 181° Helligkeit hat wesentlich abgenommen.
50^s 196° schönes Aufleuchten, rasche Abnahme der Helligkeit.
$15^m\ 25^s$ 200° Helligkeit hat stark abgenommen.
$16^m\ 5^s$ 213° Farbe wird bläulich mit einem leichten Stich in's Grünliche.
$16^m\ 30^s$ 255° intensiv himmelblaues Leuchten.
45^s 259° Intensität wird geringer; Farbe spielt in's Grünliche.
$17^m\ 15^s$ 314° himmelblaues Aufleuchten.
25^s 348° Helligkeit nimmt rasch ab.
$17^m\ 40^s$ 395° die Substanz klingt in blaugrün ab und erlischt.
Dauer des Versuchs: $5^m\ 30^s$

Nr. 16. Dunkelviolett

bei Handwärme kaum merklicher Lichtschimmer.

$9^h\ 44^m\ 40^s$ 81° deutlich bläulicher Schimmer von mässiger Intensität.
$45^m\ 5^s$ 79° Helligkeit nimmt ab; Farbe unbestimmter.
40^s 104° Helligkeit nimmt zu; Farbe hellblauviolett.

9^h	45^m 45^s	104^0	Abnahme der Helligkeit.
	50^s	141^0	Zunahme der Helligkeit; Farbenton unverändert.
	46^m 10^s	146^0	Abnahme der Helligkeit; Farbenton mehr hellblau.
	40^s	196^0	grössere Helligkeit; Farbenton mehr hellblau.
	45^s	200^0	Helligkeit nimmt merklich ab.
	47^m —	214^0	kurz dauernde Steigerung der Helligkeit.
	30^s	220^0	Helligkeit hat etwas abgenommen, Farbe unbestimmter bläulich.
	40^s	281^0	Zunahme der Helligkeit; Farbe hellblau.
	48^m —	372^0	Zunahme der Helligkeit; Farbe hellblau.
	10^s	400^0	hellblaues Aufleuchten, beim Erlöschen in's Grünliche abklingend.

Dauer des Versuchs: 3^m 30^s

Aus dieser ersten Versuchsreihe ergeben sich folgende Schlüsse:

1. Von den 11 untersuchten Proben leuchteten nach 24-stündigem Liegen noch die Nummern 6 (Hellgrün-Schwefelcalcium und Schwefelstrontium), 7 (Grün-Schwefelcalcium), 12 (Himmelblau-Schwefelcalcium), 13 (Kornblau-Schwefelcalcium) und 14 (Indigoblau-Schwefelcalcium).

Es resultirt hieraus, dass die Phosphore, welche nach der Belichtung die weniger brechbaren Strahlen emittiren, rascher abklingen, als diejenigen, welche brechbarere Strahlen aussenden.

Handwärme war nötig, um das Leuchten auszulösen bei No. 11 (Hellblau-Schwefelcalcium und Schwefelstrontium). Die übrigen abgeklungenen Phosphore begannen bei Temperaturen zwischen 73^0 und 90^0 zu leuchten.

2. Bei Beginn des Leuchtens strahlten alle untersuchten Phosphore ein in Bezug auf Farben-Nüance unbestimmtes, sehr schwaches bis schwaches Licht aus. Bei Steigerung der Temperatur nahm das Licht an Helligkeit zu, während gleichzeitig eine bestimmte Nüance auftrat. Die Temperatur, bei welcher dies erfolgte, variirte zwischen 76^0 und 152^0. Die Mitteltemperatur, bei welcher die Proben, welche 24 Stunden im Dunkeln gelegen hatten, eine bestimmte Nüance zu zeigen begannen, war 100^0 C. Wurde die Temperatur kurze Zeit constant erhalten, so nahmen sowol die Intensität als die Sättigung der Farben ab; eine weitere Steigerung der Temperatur stellte dann sowol Helligkeit als Sättigung auf kurze Zeit wieder her. In dieser Weise konnten verschiedene Phasen erhalten werden bis zu dem Temperaturgrad, bei welchem auf ein kurzes Aufleuchten ein gänzliches und definitives Erlöschen erfolgte.

Nicht immer leuchteten beim Erwärmen die Phosphore mit der Farbe, welche sie unmittelbar nach dem Belichten ausstrahlten.

No. 1 (nach dem Belichten *rot* leuchtend) zeigte bei der Temperatur von 149° ein grünlichblaues Licht; bei 179° wird die Farbe mehr bläulich, um bei 383° in derselben Nüance rasch zu erlöschen.

No. 2 (n. d. B. *dunkelorange* l.) zeigt bei 104° ein gelbliches, bei 281° ein grünlichgelbes Licht.

Bei höheren Temperaturen wird die Farbe wieder unbestimmt und erlischt vollkommen bei 400°.

No. 4 (n. d. B. *orangegelb* l.). Bei 161° ist das Licht schwach grüngelb, erlangt bei höheren Temperaturen keine bestimmte Nüance und klingt bei 388° gänzlich ab.

In diesen drei Fällen von mit wenig brechbaren Strahlen leuchtenden Phosphoren zeigte sich bei Temperaturerhöhung stets eine brechbarere Farbe, als die nach der Belichtung erscheinende.

Bei *No. 7* (n. d. B. *grün* l.) und *No. 10* (n. d. B. *grünblau* l.) zeigte sich das Verhalten, dass mit steigender Temperatur die Brechbarkeit des ausgestrahlten Lichtes zunahm.

Anders dagegen war das Verhalten der drei folgenden Proben.

No. 13 (n. d. B. *kornblau* l.). Bei 110° war das ausgestrahlte Licht blauviolett, bei 136° hellblau, in welcher Farbe die Probe auch bei 356° erlosch.

No. 14 (n. d. B. *indigoblau* l.). Die Farbe ging aus hellblau (95,5°) durch eine kurze Zwischenphase in violett (109°), dann wieder in bläulich (bei ca. 200°) über. Bei 213° zeigte das Licht einen Stich in's Grünliche, wurde bei 255° intensiv himmelblau, bei 259° wieder grünlich, bei 314° himmelblau, um bei 395° in Blaugrün zu erlöschen.

No. 16 (n. d. B. *dunkelviolett* l.). Die Substanz, welche bei 104° hellblauviolett erschien, war bei 146° mehr hellblau. Dieser Farbenton erhielt sich durch die verschiedenen vorhin erwähnten Phasen bei steigender Erwärmung; bei 400° erfolgte hellblaues Aufleuchten, darauf sofort Erlöschen in grünlichem Farbenton.

Bei diesen drei Proben erfolgte also das Erlöschen in einem Lichte von geringerer Brechbarkeit.

Keine merkliche Veränderung im Farbenton beim Erwärmen zeigte *No. 6* (n. d. B. *hellgrün* l.), welche von Anfang bis zu Ende mit mehr oder minder hellem, rein grünem Lichte leuchtete. Ebenso verhielten sich *No. 11* (n. d. B. *hellblau* l.) und *No. 12* (n. d. B. *himmelblau* l.).

Eine allgemeine Regel für die Veränderung der Wellenlänge des beim Erwärmen ausgestrahlten Lichtes lässt sich nach diesen Versuchen also nicht aufstellen.

3. Das definitive Erlöschen erfolgte bei allen Proben bei Temperaturen zwischen 356—400°.

Die mittlere Temperatur, bei welcher das definitive Erlöschen eintrat, betrug 388° C.

2. Phosphorescenzerscheinungen von Substanzen, welche 33 Tage im Dunkeln gelegen.

Nr. 1. Roth

keine Spur von Lichtschimmer wahrnehmbar.

t = Zeit. T = Temperatur.

$5^h\ 15^m$ —	72°	nichts zu sehen.
35^s	96°	beginnt äusserst schwach in unbestimmtem Lichte zu leuchten.
$16^m\ 5^s$	122°	Farbe wird gelblich, immerhin noch äusserst schwach.
17^m —	126°	Helligkeit nimmt unbedeutend zu, Farbe unbestimmt gelblich.
50^s	212°	ziemlich heller, grünlich bläulicher Ton.
$18^m\ 35^s$	265°	einzelne Partien leuchten etwas heller bläulich.
$19^m\ 20^s$	373°	Helligkeit nimmt sehr rasch ab.
30^s	381°	Hauptmasse erloschen; es leuchten nur noch einzelne Punkte.
$20^m\ 25^s$	393°	die leuchtenden Punkte klingen rasch in gelblicher Farbennüance ab und erlöschen.

Dauer des Versuchs: $5^m\ 25^s$

Nr. 2. Dunkelorange.

$10^h\ 16^m\ 30^s$	81°	nichts zu bemerken.
50^s	93°	kaum merklicher Schimmer in ganz unbestimmter Farbe sichtbar.
$17^m\ 45^s$	103°	Farbennüance erscheint schlecht gelblich.
$18^m\ 15^s$	148°	helles Aufleuchten in unbestimmt gelblichem Ton.
30^s	179°	Helligkeit nimmt merklich zu, Farbe bleibt unbestimmt.
19^m —	206°	es nehmen nur noch einige Punkte an Helligkeit zu.

10^h	19^m 30^s	253°	Helligkeit ist nur noch gering; Nüance unbestimmt gelblich.
	20^m 5^s	295°	schwaches Leuchten in unbestimmter Farbe.
	30^s	384°	Helligkeit nimmt rasch ab.
	50^s	384°	beinahe erloschen.
	21^m 15^s	400°	kaum merkliche Zunahme der Helligkeit und rasches Erlöschen.

Dauer des Versuchs: 4^m 45^s

Nr. 4. Orangegelb
bei Handwärme erloschen.

9^h	32^m 10^s	85°	noch nichts wahrnehmbar.
	33^m 30^s	103°	ganz schwaches Leuchten in unbestimmter Farbe.
	55^s	115°	Helligkeit nimmt etwas zu, namentlich am Rande.
	34^m —	120°	Farbe bleibt unbestimmt.
	10^s	133°	Helligkeit nimmt etwas zu, Nüance etwas gelb.
	20^s	134°	Nüance ist schwer zu bestimmen.
	25^s	149°	Helligkeit etwas vermehrt, Nüance ist schlecht zu erkennen.
	40^s	179°	Helligkeit nimmt am Rande etwas zu.
	35^m 10^s	180,5°	Helligkeit nimmt merklich ab.
	20^s	183,5°	Farbenton schwer zu bestimmen.
	35^s	230°	leuchtet anfangs heller, rasch abnehmend.
	40^s	340°	die Substanz erlischt.

NB. Während der ganzen Dauer des Versuchs war eine bestimmte Farbennüance schwer zu erkennen.

Dauer: 3^m 30^s.

Nr. 6. Hellgrün
bei Handwärme dunkel.

9^h	14^m 5^s	78,5°	keine Lichterscheinung.
	45^s	83°	beginnt sehr schwach zu leuchten mit unbestimmter Färbung.
	15^m 40^s	111°	Helligkeit wächst, Farbe wird grünlich.
	16^m —	140°	Helligkeit nimmt etwas zu.
	15^s	145,5°	Farbe nicht besonders ausgeprägt.
	30^s	145,5°	Intensität und Farbennüance haben beträchtlich abgenommen.

$9^h\ 16^m\ 50^s$ 202^0 Zunahme der Helligkeit; der Rand zeigt noch grünliche Nüance.
$17^m\ 30^s$ 208^0 beinahe erloschen.
35^s 313^0 schwaches Aufleuchten in unbestimmter Farbe mit darauffolgendem Erlöschen.
Dauer des Versuchs: $3^m\ 30^s$.

NB. Auch hier konnte keine ganz bestimmt ausgeprägte Farbennüance unterschieden werden.

Nr. 7. Grün
bei Handwärme erloschen.

$10^h\ 32^m\ 25^s$ 81^0 schönes Leuchten in schwach grünlicher Farbe.
$33^m\ 20^s$ $78{,}5^0$ Helligkeit nimmt ab, Farbe unbestimmt.
40^s 140^0 Farbe wird heller bläulich.
50^s 140^0 Farbe wird blass-bläulich.
$34^m\ 20^s$ 149^0 Farbe wird unbestimmt.
40^s 149^0 Intensität ziemlich stark abgenommen.
35^m — 168^0 Helligkeit nimmt wieder zu; Farbe besser bläulich.
20^s 190^0 Zunahme der Helligkeit; Farbe blass-bläulich.
45^s 205^0 Farbe immer noch bläulich.
$36^m\ 15^s$ 246^0 Helligkeit nimmt ab; Farbe weniger gut gesättigt.
35^s 330^0 helles, schön himmelblaues Aufleuchten.
45^s 356^0 Intensität nimmt rasch ab; das Himmelblau klingt blaugrün ab.
55^s 368^0 fast ganz erloschen.
$37^m\ 10^s$ 373^0 leichtes Aufleuchten und rasche Abnahme der Helligkeit.
25^s 400^0 erlischt.
Dauer des Versuchs: 5 Minuten.

Nr. 10. Grünblau.

$5^h\ 31^m$ — $87{,}5^0$ leuchtet sehr schwach in unbestimmter Farbe.
20^s 129^0 Zunahme der Helligkeit; Nüance noch unbestimmbar.
$32^m\ 5^s$ $163{,}5^0$ Helligkeit steigt merklich; Farbenton unbestimmt bläulich.
25^s 185^0 keine wesentliche Veränderung,
40^s 242^0 Helligkeit nimmt etwas zu, Nüance wird besser grünlich.

$5^h\ 33^m$ — 253° Farbe ist wenig gesättigt.
20^s 271° Helligkeit steigt nicht wesentlich; einzelne Punkte leuchten etwas stärker hervor.
34^m — 291° Helligkeit ist wesentlich geringer; Farbe unbestimmt grünlich.
35^s 400° Helligkeit steigt momentan; schön grünlichblaues Aufleuchten und äusserst rasches Erlöschen.
Dauer des Versuchs: $3^m\ 35^s$.

Nr. 11. Hellblau.

$5^h\ 54^m\ 30^s$ 87,5° sehr schwaches, unbestimmtes Licht.
50^s 88,5° beinahe erloschen.
55^s 145,5° Helligkeit nimmt zu, Farbe bleibt unbestimmt.
$55^m\ 10^s$ 197° Intensität wächst, Farbe noch wenig bestimmt.
45^s 196° Intensität hat bedeutend abgenommen.
56^m — 295° Helligkeit steigt, Farbe bläulich.
25^s 293° Helligkeit hat wesentlich abgenommen.
55^s 354° Helligkeit nimmt wieder zu; Farbe grünlich bläulich; ein Punkt in der Mitte leuchtet besonders schön.
$57^m\ 25^s$ 400° kein merklicher Einfluss auf Farbe und Helligkeit; rapides Erlöschen.
Dauer des Versuchs: $2^m\ 55^s$.

Nr. 12. Himmelblau
bei Handwärme erloschen.

$9^h\ 54^m\ 10^s$ 83° Leuchten in unbestimmter Farbennüance.
15^s 82° Helligkeit nimmt ab.
40^s 82° Farbe wird unbestimmt.
55^s 95° Helligkeit hat zugenommen.
$55^m\ 10^s$ 103° der Rand nimmt einen bläulichen Ton an.
15^s 105° Farbe wird intensiv bläulich.
40^s 122° Helligkeit und Nüance werden bestimmter.
56^m — 134° Helligkeit hat bedeutend zugenommen, Nüance blass-himmelblau.
30^s 138° Helligkeit nimmt ab.
57^m — 139° Helligkeit nimmt ab; Nüance unbestimmter.
45^s 178° Helligkeit nimmt zu; Farbe ziemlich gut himmelblau.
50^s 180° Helligkeit nimmt rasch ab.

9h	58m 20s	212,5°	neues Aufleuchten; einzelne Partien erscheinen ziemlich schön himmelblau.
	45s	238,5°	einzelne Punkte nehmen grünliche Färbung an.
	50s	238°	Helligkeit nimmt ab; Nüance wird unbestimmter.
	59m 15s	260°	einzelne Punkte blaugrün.
	25s	325°	Helligkeit nimmt zu; Farbe entschieden grünblau.
	50s	353°	Helligkeit nimmt ab.
10h	0m 35s	383°	Helligkeit hat sehr stark abgenommen; nur noch einzelne Punkte mit unbestimmtem Lichte sichtbar.
	1m 20s	400°	erloschen.

Dauer des Versuchs: 7m 10s.

Nr. 13. Kornblau

10h	46m 25s	76°	hübsches blaues Aufleuchten.
	30s	76°	Helligkeit und Sättigung nehmen ziemlich rasch ab.
	47m 30s	95°	schön blaues Aufleuchten einzelner Punkte.
	55s	113°	Helligkeit etwas zugenommen.
	48m 15s	113°	Nüance wird blassblau, einzelne Punkte mehr grünblau.
	35s	129°	hellt etwas auf.
	50s	140°	schön blaues Aufleuchten; einzelne Partien mehr grünblau.
	49m 25s	142°	Abnahme von Helligkeit und Sättigung.
	50s	174°	die ganze Masse leuchtet entschieden blaugrün.
	55s	175°	Abnahme der Helligkeit.
	50m 10s	212°	blaugrünes Aufleuchten.
	25s	265°	in der Mitte erloschen.
	30s	283°	gänzlich erloschen.

Dauer des Versuchs: 4m 5s.

NB. Bei dieser Nummer war die Farbenveränderung von hellblau in blaugrün besonders auffallend.

Nr. 14. Indigoblau.

5h	42m 5s	89°	schwaches Leuchten mit unbestimmter Nüance.
	30s	120°	Helligkeit nimmt etwas zu; Nüance bläulich.
	43m 20s	175°	Zunahme der Helligkeit; Farbe schön hellblau.
	44m —	176°	einzelne zerstreute Punkte nehmen mehr gelblich-grünen Ton an.

$5^h\ 44^m\ 25^s$ 211^0	Helligkeit bedeutend vermehrt; die am Rande leuchtenden Partien mehr grünlichgelb.
30^s 211^0	Helligkeit nimmt merklich ab.
50^s 313^0	sehr schönes, glänzend hellblaues Aufleuchten.
$45^m\ 15^s$ 380^0	es leuchten nur noch einzelne zerstreute Punkte grünlichblau; Helligkeit nimmt sehr rasch ab.
35^s 400^0	erloschen.

Dauer des Versuchs: $3^m\ 30^s$.

Die zweite Versuchsreihe erlaubt, folgende Schlüsse zu ziehen:

1. Nach 33 tägigem Liegen im Dunkeln zeigten sich alle Proben völlig erloschen. Handwärme genügte bei keiner Probe, um das Leuchten auszulösen.

2. Die Lichtausstrahlung begann zwischen 76° C. (No. 13, n. d. B. *kornblau* l.) und 103° (No. 4, n. d. B. orangegelb l.), also etwas später als bei den Proben, welche nur 24 Stunden im Dunkeln gelegen hatten.

Im Allgemeinen waren sowohl die Intensität des Leuchtens als die Sättigung der Farbe wesentlich geringer als in der ersten Versuchsreihe.

Gar keine bestimmte Farbennüance zeigten während der ganzen Dauer des Erhitzens No. 2 (n. d. B. dunkelorange l.) und No. 4 (n. d. B. orangegelb l.).

Bei den übrigen Nummern war eine Farbennüance zuerst erkennbar zwischen den Temperaturen von 76° C. (No. 13, n. d. B. kornblau l.) und 295° C. (No. 11, n. d. B. hellblau l.).

Die mittlere Temperatur, bei welcher eine bestimmte Nüance aufzutreten begann, war 149° C., während die entsprechende Temperatur in der ersten Versuchsreihe nur 100° C. betrug.

Die Veränderungen in der Wellenlänge des ausgestrahlten Lichtes waren weniger ausgeprägt, als in der ersten Versuchsreihe; keine wesentliche Veränderung der Farbe während des Erhitzens zeigte No. 11 (n. d. B. hellblau l.); bei No. 7 (n. d. B. grün l.) und No. 10 (n. d. B. grünblau l.) zeigte sich folgendes Verhalten:

Bei steigender Temperatur nahm zunächst die Brechbarkeit des ausgestrahlten Lichtes zu, um dann bei noch höherer Temperatur in einer Farbe von geringerer Brechbarkeit abzuklingen.

Die Nummern 12 (n. d. B. himmelblau l.), 13 (n. d. B. kornblau l.) und 14 (n. d. B. indigoblau l.) klangen ebenfalls in Farben

geringerer Brechbarkeit ab, ohne aber während einer Zwischenphase brechbareres Licht ausgestrahlt zu haben.

3. Das definitive Erlöschen erfolgte bei Temperaturen zwischen 313°—400° C. gegenüber 356°—400° C. in der ersten Versuchsreihe.

Im Mittel fand das definitive Erlöschen bei einer Temperatur von 383° gegenüber 388° C. in der ersten Versuchsreihe statt.

3. Phosphorescenzerscheinungen von Substanzen, welche 2½ Monate im Dunkeln gelegen.

Nr. 1. Rot.

l = Zeit. T = Temperatur.

8h 47m 5s	69°	nichts wahrnehmbar.
20s	85°	noch nichts zu sehen.
30s	92°	id.
50s	109°	ausserordentlich schwacher Schimmer von unbestimmter Farbe.
48m 45s	136°	Helligkeit nimmt etwas zu; Farbe gelblich.
49m 5s	139°	Farbe wird unbestimmt gelblich.
15s	150°	geringe Zunahme der Helligkeit.
45s	175°	Helligkeit nimmt wieder etwas zu.
50m 10s	178°	Helligkeit nimmt ab.
20s	180°	Helligkeit nimmt sehr stark ab.
35s	205°	Helligkeit nimmt zu; leichter Stich in's Grünliche.
51m 10s	210°	Helligkeit abgenommen.
40s	294°	bläulicher Farbenton, Helligkeit nicht sehr bedeutend.
52m 25s	348°	Helligkeit nimmt stark ab; schwach bläulicher Lichtschimmer.
55s	400°	Helligkeit zugenommen: klingt rasch in bläulich ab und erlischt.
		Dauer des Versuchs: 5m 50s.

Nr. 10. Grünblau.

10h 48m 10s	81°	äusserst schwacher Lichtschimmer von unbestimmter Farbe.
45s	129°	geringe Zunahme der Helligkeit; Farbenton unbestimmt gelblich.
55s	135°	Helligkeit nimmt ab.

$10^h\ 49^m\ 20^s$ 212° Helligkeit nimmt zu; Farbe nimmt einen leichten bläulichen Schimmer an.

50^s 220° Lichtschimmer bleibt unbestimmt bläulich.

$50^m\ 15^s$ 243° Helligkeit nimmt etwas zu; Farbe bleibt unbestimmt.

30^s 306° Zunahme der Helligkeit; Nüance wird besser bläulich.

45^m 309° Lichtschimmer bleibt bläulich.

$51^m\ 20^s$ 400° Helligkeit nimmt schwach zu; Farbe hellblau, nimmt rasch an Intensität ab und erlischt.

Dauer des Versuchs: $3^m\ 10^s$.

NB. Der Farbenton war niemals vollständig gesättigt, die Intensität stetsfort gering.

Nr. 11. Grünblau.

$9^h\ 28^m\ 15^s$ 78° nichts zu sehen.

20^s 89° beginnt sehr schwach in unbestimmter Farbe zu leuchten.

50^s 99° Helligkeit nimmt etwas zu, immerhin noch sehr gering.

$29^m\ 25^s$ 98° Helligkeit ganz minim.

45^s 117,5° Helligkeit steigt etwas, Farbe unbestimmt gelblich.

$30^m\ 20^s$ 120° Helligkeit gering; Farbe unbestimmt.

45^s 137° leicht grünlicher Schimmer wahrnehmbar.

$31^m\ 10^s$ 167° Helligkeit wächst; der Rand zeigt einen schwach bläulichen Schimmer.

40^s 200° Helligkeit nimmt etwas zu; einzelne Partien erscheinen besser blau.

$32^m\ 15^s$ 201° Helligkeit und Farbennüance nehmen ab.

50^s 217° Farbe unbestimmt bläulich.

$33^m\ 10^s$ 255° Helligkeit nimmt etwas zu; einzelne Punkte nehmen wiederum einen blauen Ton an.

40^s 288° Intensität gering, Schimmer bläulich.

50^s 294° Intensität nimmt immer mehr ab; Farbe wird unbestimmter.

$34^m\ 25^s$ 300° beinahe ganz abgeklungen.

$35^m\ 15^s$ 397° Farbe wird momentan wieder bläulich; erlischt rasch.

Dauer des Versuchs: 8 Minuten.

NB. Der Farbenton wurde niemals schön blau.

Nr. 14. Indigoblau.

8^h	13^m 5^s	100^0	schwaches, unbestimmtes Leuchten.
	30^s	116^0	Helligkeit nimmt etwas zu; Farbe grünlichgelb.
	14^m 10^s	127^0	Helligkeit unbedeutend, Farbe grünlichgelb.
	35^s	137^0	Helligkeit nimmt wenig zu, Farbe unverändert.
	15^m —	160^0	Zunahme der Helligkeit, Farbe weniger gelblich.
	16^m 20^s	181^0	Zunahme der Helligkeit; Farbe nimmt einen bläulichen Stich an.
	17^m —	181^0	fahles Licht mit bläulichem Schimmer, Helligkeit nimmt ziemlich rasch ab.
	25^s	213^0	Helligkeit steigt; Farbe wird besser blau.
	35^s	213^0	Intensität nimmt ab; Farbe wird unbestimmt.
	18^m 30^s	223^0	fahles blaues Aufleuchten.
	19^m 5^s	240^0	Helligkeit nimmt wenig zu, Ton unbestimmt bläulich.
	30^s	240^0	Helligkeit nimmt mehr und mehr ab.
	35^s	293^0	hellblaues Aufleuchten.
	40^s	300^0	Intensität nimmt rasch ab; Farbe zeigt einen Stich in's Grünliche.
	20^m 25^s	395^0	hellblaues Aufleuchten mit einem grünlichen Ton; erlischt rasch.

Dauer des Versuchs: 7^m 20^s.

Nr. 16. Dunkelviolett.

10^h	14^m 15^s	73^0	nichts wahrnehmbar.
	20^s	81^0	äusserst schwacher Lichtschimmer in unbestimmter Farbe.
	15^m 15^s	121^0	Intensität wird etwas stärker, Farbe bleibt unbestimmt.
	45^s	129^0	ganz schwacher fahler Ton.
	16^m 30^s	130^0	schwaches Leuchten in unbestimmter Farbe.
	17^m 15^s	180^0	fahler grünlicher Schimmer.
	35^s	180^0	sehr geringe Intensität.
	50^s	198^0	Ton wird mehr bläulich; einzelne Partien erscheinen hellviolettblau.
	18^m 10^s	200^0	Helligkeit bedeutend abgenommen, Ton unbestimmt bläulich.
	45^s	258^0	Helligkeit nimmt zu; einzelne Partien zeigen einen Stich in's Grünliche.

$10^h\ 19^m\ 5^s$ 272° Intensität nimmt wenig zu; Farbe wird unbestimmter.

30^s 321° leuchtet etwas besser bläulich auf.

40^s 324° Intensität nimmt sehr rasch ab, Farbe weniger gesättigt.

45^s 400° Farbe wird auf kurze Zeit besser blau und erlischt rasch mit einem leichten Stich in's Grünliche. Dauer des Versuchs: $5^m\ 30^s$.

Die Resultate dieser letzten Versuchsreihe zusammenfassend, gelangte ich zu folgenden Schlüssen:

1. Die Lichtausstrahlung begann bei diesen Proben wiederum etwas später, als bei den früher beobachteten und zwar zwischen den Temperaturen 81°—109° C.

2. No. 1 (n. d. B. rot l.) zeigte ähnliche Farbenerscheinungen, wie früher. Die Substanz leuchtet bei 136° in gelblicher Farbe, nimmt dann bei 205° einen Stich ins Grünliche an; bei 294° ist die Nüance mehr bläulich, in welcher Farbe die Substanz auch bei 400° abklingt.

Die Sättigung war niemals so ausgeprägt, wie bei der ersten und zweiten Untersuchung.

No. 10 (n. d. B. grünblau l.) nimmt bei steigender Temperatur wieder eine bläuliche Farbe an, deren Brechbarkeit bei 400° zunimmt, um in hellblau zu erlöschen.

No. 11 (n. d. B. hellblau l.) zeigte auch bei dieser Untersuchung niemals einen bestimmt ausgeprägten Farbenton.

No. 14 (n. d. B. indigoblau l.). Bei dieser Probe war das Abklingen von hellblau bei einer Temperatur von 395° in eine mehr grünliche Farbe wiederum besonders auffallend und ausgeprägt.

Ebenso verhielt sich

No. 16 (n. d. B. dunkelviolett l.), die aus einem wenig gesättigten bläulichen Farbenton in's Grünliche abklingt bei einer Temperatur von 400°.

3. Das Erlöschen erfolgte bei No. 11 bei 379° C., bei den übrigen Proben bei ca. 400° C.

Die folgende Uebersicht des Verhaltens von fünf mit verschiedenen Farben leuchtenden Proben gibt ein Bild der Veränderungen, welche dieselben beim Liegen im Dunkeln erfahren:

	Nach 24stündigem Liegen im Dunkeln	Nach 33tägigem Liegen im Dunkeln	Nach $2^1/_2$monatlichem Liegen im Dunkeln
Lichtausstrahlung nach dem Herausnehmen aus dem Dunkelkasten	Es leuchtet nur Nr. 14	alle Proben dunkel	alle Proben dunkel
Lichtausstrahlung bei Handwärme	Nr. 11 leuchtet sehr schwach	keine Probe leuchtet	keine Probe leuchtet
Mittlere Temperatur, bei welcher die Lichtausstrahlung beginnt	55° C.	90° C.	95° C.
Mittlere Temperatur, bei welcher eine bestimmte Nüance auftritt	120° C.	198° C.	Nr. 11 zeigt keinen bestimmten Farbenton mehr
Mittlere Temperatur, bei welcher das definitive Erlöschen erfolgt	389° C.	398° C.	398° C.

Da in den bisherigen Versuchen eine Temperatursteigerung das erloschene Leuchten wieder hervorrief, so war zu vermuten, dass eine Temperaturabkühlung im entgegengesetzten Sinne wirken würde.

Um diese Vermutung zu verificiren, wurden fünf Proben mit verschiedener Farbe leuchtender Phosphore an einem Abend mit Magnesiumlicht beleuchtet, darauf sorgfältig in schwarze Tücher verpackt. In einem Dunkelkasten liess man die Proben 24 Stunden lang liegen. Nach dieser Zeit wurden dieselben in einem verdunkelten Zimmer aus der Umhüllung herausgenommen.

Einzelne derselben zeigten ein schwaches Leuchten. Nun wurden die Proben in einem Reagensgläschen über einer nicht leuchtenden Bunsen'schen Flamme bis zum schönen Leuchten erhitzt, darauf in eine Platinschale geschüttet, die ihrerseits in ein Gemisch von fester Kohlensäure und Aether eingetaucht war.

Es zeigte sich dabei, dass unter dem Einfluss der tiefen Temperatur das Leuchten innerhalb einer bis weniger Secunden vollkommen erlosch.

Das Protokoll der einzelnen Versuche ist das folgende:

No. 6 (n. d. B. hellgrün l.) war nach dem Herausnehmen aus dem Dunkelkasten erloschen; bei Handwärme war ein schwacher Lichtschimmer bemerkbar. Die Probe wurde hierauf über einer Gasflamme bis zum kräftigen Leuchten erwärmt und dann in eine auf — 80° C. abgekühlte Platinschale geschüttet, worauf sie nach etwa einer Secunde erlosch. Beim Erwärmen der Schale auf der Hand erschien das Licht wieder.

No. 7 (n. d. B. grün l.) zeigte beim Herausnehmeu noch einen ganz schwachen Lichtschimmer, der bei Handwärme etwas gesteigert wurde, aber ohne bestimmte Nüance. Die Probe wurde über der Gasflamme erhitzt bis zu schönem hellblauen Leuchten, darauf in die abgekühlte Platinschale geschüttet, wo sie nach wenigen Secunden vollständig erlosch.

No. 12 (n. d. B. himmelblau l.) leuchtet beim Herausnehmen mit schwachem Lichtschimmer, der bei Handwärme etwas verstärkt erscheint.

Nachdem sie über der Flamme eine schöne himmelblaue Farbe angenommen, wurde sie ebenfalls in die abgekühlte Schale geschüttet, worauf sie nach wenig Secunden erlosch.

No. 13 (n. d. B. kornblau l.) strahlt nach dem Herausnehmen noch einen schwachen Lichtschimmer aus, erscheint nach dem Erhitzen kornblau und erlischt in der abgekühlten Platinschale ebenfalls nach wenig Secunden.

No. 14 (n. d. B. indigoblau l.) zeigt bei Herausnahme einen äusserst schwachen Lichtschimmer, wurde dann bis zu schön blauem Leuchten erhitzt, in die abgekühlte Schale gegossen, wo die Substanz momentan erlosch.

II. Beziehung zwischen der Temperatur der im Dunkeln erhitzten Phosphore zu ihrer Leuchtdauer.

Dass stärkeres oder schwächeres Erhitzen der erregten phosphorescirenden Substanzen ein rascheres oder langsameres Abklingen derselben bewirkt, wurde schon früher erwähnt.

Ich stellte mir nunmehr die Aufgabe, zu untersuchen, ob längere Erhitzung bei niederer Temperatur ebenso wie stärkere Erhitzung

während kurzer Zeit auf das Abklingen der erregten Substanzen wirke oder ob das Produkt: Temperaturerhöhung mal Erhitzungsdauer in Bezug auf die Leuchtdauer der Schuchardt'schen Phosphore constant sei und ob sich bestimmte mathematische Formeln hierüber aufstellen lassen.

Es wurden zu dem Zwecke vier Reihen von Beobachtungsversuchen mit sämmtlichen 16 Proben angestellt:

1. bei Zimmertemperatur (14°)
2. bei 97° (Wasserbad)
3. bei 150° (Oelbad)
4. bei 245° (Oelbad).

1. Bei Zimmertemperatur.

Alle 16 Substanzen wurden mehrere Sekunden lang dem Magnesiumlicht ausgesetzt und zwar in 4 Reihen geordnet nach den auf den Etiquetten angegebenen Farbennüancen von rot — dunkelviolett. Die angegebenen Farbentöne stimmen überein mit Ausnahme von No. 2, das bei geringer Lichtintensität einen schwachen Ton in's Grünliche aufweist. No. 6, hellgrün bezeichnet, leuchtet mehr grüngelb, No. 11 lässt auch viele grüne Strahlen unterscheiden; zwischen No. 15 und 16 ist kein grosser Unterschied zu constatiren; No. 9 leuchtet mit dunklerer Farbe als No. 8.

Nach wenig Sekunden geht No. 2 und hierauf No. 4 in ein dunkles, unbestimmtes Orange über; hierauf beginnt auch No. 3 einen unbestimmten Ton anzunehmen.

Nach Verlauf von einer Viertelstunde beginnen auch die übrigen Proben an Helligkeit und Farbensättigung abzunehmen.

No. 7, Grün, leuchtet am hellsten und gleichmässigsten. Während die Farben von geringerer Brechbarkeit ziemlich rasch an Helligkeit und Farbennüance verlieren, leuchten die Proben No. 11—16 (hellblau — dunkelviolett) ziemlich hell in ihren ursprünglichen Farben.

Nach 20 Minuten erscheint No. 7 blassgrün; die No. 12 und 13 weisen in ihrer Farbennüance keine Verschiedenheit mehr auf; ebenso zeigen die No. 14, 15 und 16 einen gleichmässigen, blassvioletten Ton; No. 2 und 4 leuchten nur noch äusserst schwach, ebenso No. 9; No. 6 erscheint gelblichgrün.

Nach 45 Minuten sind No. 2 und 4 erloschen; ihnen folgen No. 9, 3 und 10; am hellsten leuchten No. 7, 12 und 13.

Nach 4 Stunden, während welcher Zeit die Substanzen stets im Dunkelzimmer beobachtet wurden, weisen dieselben im allgemeinen keine grosse Veränderung mehr auf; am hellsten erscheint nunmehr No. 13; ihr folgen No. 12 und 7, dann 14 und 15, hierauf No. 6, 16 und 1; sehr schwach leuchtend sind No. 3 und 5, und mit nur noch äusserst schwachem Lichtschimmer phosphorescirt No. 9.

Nach 15 Stunden leuchtet No. 13 noch verhältnissmässig am hellsten, No. 7 und 12 haben ungefähr nämliche Intensität; ihnen folgen No. 14 nnd 15; am schwächsten leuchtet No. 16. Die übrigen Proben können als erloschen betrachtet werden.

Nach 24 Stunden weisen nur noch No. 13, 7 und 12 einen äusserst schwachen Lichtschimmer von unbestimmter Farbe auf.

Nach 30 Stunden konnte vollständiges Erlöschen auch dieser letzten Proben constatirt werden.

2. Untersuchungen im Wasser- und Oelbad.

Es wurden hierauf sämmtliche Proben, nachdem sie jeweilen mit Magnesiumlicht beleuchtet worden waren, in ein Wasserbad von durchschnittlich 97°, dann in ein Oelbad von 150° und schliesslich in ein solches von 245° gelegt.

Die Erscheinungen in Bezug auf Abnahme der Helligkeit und Farbennüance blieben sich ungefähr gleich. In Bezug auf Leuchtdauer wurde constatirt, dass die Substanzen mit gelben Lichtstrahlen am raschesten abklangen; ihnen folgten diejenigen mit den roten Farbentönen, während die grün — blau — dunkelviolett phosphorescirenden Substanzen bedeutend längere Zeit zum Abklingen erforderten.

Die folgende Tabelle enthält eine Uebersicht über die Temperatur und die Leuchtdauer der verschiedenen Proben.

Nr.	Dauer des Leuchtens bei		
	97°	150°	245°
1. Rot	34^h —	$26^h\ 25^m$	$2^h\ 45^m$
2. Dunkelorange	$3^h\ 15^m$	1^h —	$0^h\ 35^m$
3. Orange	14^h —	$13^h\ 30^m$	$0^h\ 30^m$
4. Orangegelb	$2^h\ 30^m$	$0^h\ 23^m$	$0^h\ 20^m$
5. Gelb	$1^h\ 20^m$	$1^h\ 10^m$	$0^h\ 10^m$
6. Hellgrün	$4^h\ 45^m$	$0^h\ 18^m$	$0^h\ 5^m$

Nr.	Dauer des Leuchtens bei 97°	150°	245°
7. Grün	unbestimmt	16^h —	$1^h\ 15^m$
8. Blaugrün	34^h —	$26^h\ 25^m$	$2^h\ 45^m$
9. Blaugrün	$10^h\ 20^m$	7^h —	$0^h\ 30^m$
10. Grünblau	15^h —	$9^h\ 25^m$	$0^h\ 30^m$
11. Hellblau	24^h —	16^h —	$1^h\ 15^m$
12. Himmelblau	unbestimmt	16^h —	$1^h\ 30^m$
13. Kornblau	„	$19^h\ 50^m$	$0^h\ 55^m$
14. Indigoblau	„	16^h —	$0^h\ 45^m$
15. Hellviolett	27^h —	$29^h\ 35^m$	4^h —
16. Dunkelviolett	unbestimmt	$35^h\ 20^m$	$0^h\ 50^m$

Man ersieht daraus, dass eine lineare Funktion zwischen Temperatur und Leuchtdauer nicht besteht; auch eine empirische Gleichung mit zwei Constanten gibt keine Uebereinstimmung für die 3. beobachtete Temperatur.

Im Allgemeinen lässt sich also nur sagen, dass das Abklingen um so rascher erfolgt, je höher die Temperatur gewählt wird.

III. Veränderung der Farbe des ausgestrahlten Phosphorescenzlichtes durch tiefe Temperaturen.

Schon Becquerel hat gefunden, dass die Farben, mit welchen phosphorescirende Substanzen nach der Belichtung leuchten, abhängig sind von der Temperatur; so fand er beispielsweise für ein Schwefel-Strontium: *)

Temperatur	Farbe des ausgestrahlten Lichtes
— 20°C.	dunkelviolett, lebhafte Phosphorescenz.
+ 20°„	violett, mehr blau.
+ 40°„	hellblau.
+ 70°„	leicht grünliche Färbung.
+ 90°„	grüngelb.
+100°„	gelb mit einem Stich in's Grünliche.
+200°„ ca.	orange; das ausgestrahlte Licht von sehr geringer Intensität.

*) Becquerel: La Lumière. T. I. p. 386.

Aehnlich, wenn auch weniger auffallend, verhielten sich eine Anzahl anderer phosphorescirender Substanzen.

Unseres Wissens wurden diese Veränderungen des ausgestrahlten Lichtes niemals innerhalb weiter Temperaturgrenzen untersucht.

Angesichts der Leichtigkeit, mit welcher man heutzutage sehr tiefe Temperaturen herstellen kann, erschien es mir von Interesse, die Beobachtungen von Becquerel auszudehnen.

Die Versuche wurden in folgender Weise ausgeführt: Je drei Proben der zu untersuchenden phosphorescirenden Substanz wurden im verdunkelten Zimmer

a. bei Lufttemperatur,
b. in einem Oelbad bei 200—210° C.,
c. in einer durch eine Kältemischung von fester Kohlensäure und Aether auf ca. — 80° C. abgekühlten Platinschale mit elektrischem Bogenlicht kurze Zeit beleuchtet.

Das ausgestrahlte Licht wurde durch eine dritte Person, welche während der Beleuchtung mit elektrischem Licht die Augen durch Vorhalten eines schwarzen Tuches verhüllte und so empfindlich erhielt sofort nach Unterbrechen des Stromes beurteilt.

Ich erhielt die folgenden Resultate:

No. 1. Rot.

1. Sofort nach der Belichtung erschien das auf 210° erhitzte Präparat ziemlich schwach kornblau.

2. Das daneben bei Zimmertemperatur belichtete Präparat leuchtete hellviolettrosa von mässiger Intensität.

3. In einer Platinschale wurde etwa ein halbes Gramm der phosphorescirenden Substanz auf das Gemisch von fester Kohlensäure und Aether gelegt. Nun wurde die Probe einige Secunden dem Licht einer elektrischen Bogenlampe in der Entfernung von ca. 10 cm. ausgesetzt. Unmittelbar nach dem Unterbrechen des Stromes leuchtete die Probe ziemlich schwach gelblich. Beim allmäligen Erwärmen der Schale in der Hand wurde zunächst das Gelb merklich intensiver; bei einer gewissen Temperatur, die noch unter Handwärme war, strahlte die Probe ein schön intensives Goldgelb aus, welches sich noch auf der Hand in violettrosa verwandelte. Als die Schale auf das Oelbad gesetzt wurde, leuchtete die Hauptmasse einen kurzen Moment intensiv gelb auf, worauf sich die Farbe sehr rasch in dunkelblau verwandelte; einzelne Punkte leuchteten sehr kurze Zeit grün.

No. 2. Dunkelorange.

1. Leuchtet bei Lufttemperatur hellgelb von unbedeutender Intensität.

2. Die Probe bei 210° nimmt einen schwachen, unbestimmt blauvioletten Ton an.

3. Die Probe in der Kältemischung erscheint dunkelgoldgelb mit einem Stich ins Rötliche. Beim Erwärmen auf der Handfläche geht der Ton in ein helleres Goldgelb über mit gleichzeitiger Steigerung der Intensität. Nachdem die Schale Handtemperatur angenommen hatte, erschien das Licht hellgelb von schwacher Intensität.

Beim Aufsetzen auf das Oelbad kurz dauerndes hellgelbes Aufleuchten, worauf Abklingen in sehr schwachem und etwas unbestimmtem Blauviolett erfolgte.

No. 3. Orange.

1. Lufttemperatur: hellrosa mit einem Stich in's Violette; mässige Intensität.

2. 200°: Nüance himmelblau; Lichtstärke ziemlich gering.

3. Kältemischung: Farbe hellgoldgelb von geringerer Intensität als bei Lufttemperatur. Beim Erwärmen intensives Aufleuchten in hellgelber Farbe. Bei Handwärme nimmt die Probe schon nach 1—2 Minuten dieselbe Nüance an, wie in der Lufttemperatur. Beim Aufsetzen auf das Oelbad momentanes Aufleuchten in Gelb, worauf rasche Verminderung der Intensität in blauem Licht erfolgt.

No. 4. Orangegelb.

1. *Lufttemperatur:* sehr schönes, helles Orangegelb von geringer Intensität.

2. 200°: sehr schwaches unbestimmtes Leuchten.

3. Dieselbe Probe zeigte in der Kältemischung nach dem Belichten ein ganz schwaches Leuchten mit unbestimmt orangegelbem Ton. Nachdem die Platinschale aus der Kältemischung herausgenommen und auf den Tisch gesetzt wurde, begann die Substanz schön hellgelb zu leuchten. Die Intensität war grösser als diejenige der inzwischen abgeklungenen Probe bei Lufttemperatur. Auf dem Oelbad erfolgte sofort ein schön hellgelbes Aufleuchten, das rasch abklang nach der gelben, brechbareren Seite hin.

No. 5. Gelb.

1. Lufttemperatur: Unmittelbar nach dem Belichten grünlichgelber Farbenton, schon nach wenig Sekunden in Hellgelb übergehend,

2. 200°: unbestimmter Farbenton von schwacher Intensität.

3. Kältemischung: Intensität gering, zuerst grünlich leuchtend. rasch in's Bläuliche übergehend.

Beim Erwärmen gelbes Aufleuchten, zuerst mit einem Stich in's Grünliche. Auf dem Oelbad kurz dauerndes Aufleuchten, einen Moment grünlichgelb, dann in unbestimmtem Farbenton abklingend.

No. 6. Hellgrün.

1. Lufttemperatur; hell gelbgrünes Leuchten von starker Intensität.

2. 200°: Intensität sehr gering; Farbe grünlich, rasch in unbestimmtem Farbenton abklingend.

3. Kältemischnng: Lichtstärke gering; Farbe grünlich, entschieden weniger gelbgrün, als bei Lufttemperatur. Beim Erwärmen auf der Tischplatte Aufleuchten in gelbgrüner Farbe und ebenso guter Intensität wie bei Lufttemperatur. Schon bei Handwärme klang die Farbe ziemlich rasch in Grün ab von geringer Intensität. Auf dem Oelbad kurzdauerndes, gelbgrünes Aufleuchten und ziemlich rasches Abklingen ohne merkliche Farbenveränderung.

No. 7. Grün.

1) Bei Lufttemperatur erschien das Präparat grün mit einem Stich in's Bläuliche.

2) Bei 210° leuchtete dasselbe hellblau mit einem Stich in's Violette, klang dann sehr rasch innerhalb weniger Sekunden ab, ohne zu erlöschen; dabei wurde die Farbe entschieden violetter.

3) Die abgekühlte Probe leuchtete in einem anfangs mehr grüngelben Ton, der schon nach wenig Sekunden nach dem Gelb zu verklang; nach ca. 10 Secunden war der Farbenton unbestimmt. Nachdem die Platinschale auf die Tischplatte gelegt worden, fing die nur noch sehr schwach leuchtende Substanz an heller zu werden; der Farbenton wurde schön grün und intensiver als derjenige der daneben liegenden Probe von Lufttemperatur. Die Intensität nahm auch hier ziemlich rasch ab, sobald die Platinschale Lufttemperatur angenommen hatte. Auf dem danebenstehenden Oelbad leuchtete die Substanz rasch grün auf; dieses Grün verwandelte sich nach wenig Sekunden in ein schönes, dunkles Violett, hierauf erfolgte Erlöschen.

No. 8. Blaugrün.

1) Bei Lufttemperatur schön blaugrün leuchtend.

2) Bei 200° schön blau von mässiger Intensität, ziemlich rasch abklingend.

3) In der Kältemischung erfolgte ein blaugrünliches Leuchten, welches rasch durch Gelbgrün in Grüngelb überging; beim Erwärmen auf dem Tisch zuerst schön smaragdgrünes Aufleuchten mit einem leichten Stich in's Blaue, ziemlich rasch abklingend; auf dem Oelbad erneutes, grünes Aufleuchten, rasch in Dunkelblau übergehend und ebenso abklingend.

No. 9. Blaugrün.

1) Lufttemperatur: rein grünes Phosphoresciren.

2) Bei 200°: blauer Farbenton, rasch abklingend.

3) Auf der Kältemischung erscheint das Präparat mehr grüngelb von mässiger Intensität. Beim Erwärmen auf der Tischplatte Aufleuchten in Gelbgrün; Farbe wird allmälig dunkler; einzelne zerstreute Punkte leuchten blau. Beim Aufsetzen auf das Oelbad momentanes gelbgrünes Aufleuchten, dann in Dunkelblau abklingend.

No. 10. Grünblau.

1) Bei Lufttemperatur: blaugrün leuchtend.

2) Bei 200°: kornblau.

3) In der Kältemischung: grüngelb von mässiger Intensität; beim Erwärmen auf der Handfläche grüngelbes Aufleuchten, welches durch Grün in Grünblau überging. Auf dem Oelbad sehr kurzes, gelbgrünes Aufleuchten und rasches Uebergehen in Dunkelblau, ziemlich bald abklingend.

No. 11. Hellblau.

1) Lufttemperatur; hellblau leuchtend.

2) Bei 200°: etwas dunklere Nüance; geringere Intensität.

3) Kältemischung: gelblich mit einem leichten Stich in's Grünliche von geringer Intensität; beim Erwärmen auf der Handfläche geht dasselbe mit bedeutender Steigerung der Intensität in Gelbgrün, rein Grün, Blaugrün und Blau über. Schon bei Handwärme leuchtet diese Probe dunkler blau, als diejenige bei Lufttemperatur. Beim Aufsetzen auf das Oelbad leuchten einige Punkte smaragdgrün; die Hauptmasse geht rasch in Dunkelblau über und erlischt.

No. 12. Himmelblau.

1) Bei Lufttemperatur erschien die Probe nach dem Beleuchten schön hellblau, mit einem Stich in's Grünliche.

2) Im Oelbad leuchtete die zweite Probe entschieden violettblau.

3) In der Kohlensäuremischung phosphorescirte die Substanz nach dem Beleuchten in einem grünlichen Farbenton von geringer Lichtstärke. Nach dem Herausnehmen und Erwärmen der Platinschale auf der Hand fand ein schönes, entschieden reingrünes Aufleuchten statt. Die Farbe klang aber ziemlich rasch schon bei Handwärme in's Blaue über, wobei sich die Intensität bedeutend verminderte. Als die bei Handwärme stark abgeklungene, noch schwach leuchtende Substanz auf das Oelbad gesetzt wurde, leuchtete dieselbe einen Moment entschieden grün auf, worauf der Farbenton in's Blaue überging, um in Violettblau abzuklingen.

No. 13. Kornblau.

1) Bei Luftemperatur: schön hell kornblau.

2) Bei 200°: dunkelblau, blassviolett abklingend.

3) Die abgekühlte Substanz zeigte nach der Belichtung ein unbestimmtes, fahles Licht von geringer Intensität. Nach dem Erwärmen der Schale auf der Tischplatte leuchtete die Substanz allmälig auch kornblau auf von ungefähr gleicher Intensität, wie die Controllprobe bei Lufttemperatur. Die Platinschale wurde wiederum auf das Oelbad gesetzt, wobei ein helles blaues Aufleuchten erfolgte, welches ziemlich rasch einen dunkleren blauen Farbenton annahm, um hierauf langsam abzuklingen.

No. 14. Indigo.

1) Lufttemperatur: schön hell violettblau.

2) Bei 200°: ziemlich hell reinblau, nach dem Grün abklingend.

3) Kältemischung: gelb mit einem Stich in's Rötliche. Beim Erwärmen wurde die Probe hellviolett. In dem Masse, als sie sich auf dem Tische mehr erwärmte, nahm das Violett einen Ton an, der mehr nach Rosa ging, von beträchtlicher Intensität. Auf den Handteller gesetzt, ging das Hellviolett rasch in Kornblau über, mit immer noch guter Intensität. Auf dem Oelbad leuchtete die Probe intensiv blau auf und klang dann langsam in reinem Kornblumenblau ab.

No. 15. Hellviolett.

1) Lufttemperatur: hellblauviolett.

2) Bei 200°: reinblau, die Farbe beim Abklingen wenig verändernd.

3) Kältemischung: hellgelb, in Dunkelgelb abklingend ohne grosse Abnahme der Intensität. Beim Erwärmen auf der Tischplatte merkliche Steigerung der Lichtstärke; dabei nahm das Gelb einen Rosaschimmer an und ging in's Hellviolett über; auf dem Handteller verwandelte sich das Hellviolett in ein dunkleres Violett mit einem Stich in's Blaue. Auf das Oelbad gesetzt, leuchtete die Substanz einen Moment hellviolett auf, um dann einen rein blauen Farbenton anzunehmen; das Abklingen erfolgte nicht sehr rasch.

No. 16. Dunkelviolett.

1. Lufttemperatur: hellviolett mit einem Stich ins Rötliche.

2. 200° : rein blau, ziemlich rasch abklingend.

3. Kältemischung: orangegelb von mässiger Intensität. Beim Erwärmen auf der Tischplatte geht das Orange zuerst in Hellgelb mit bedeutend grösserer Intensität über; das Hellgelb nimmt hierauf einen Rosaton an und verwandelt sich in Hellviolett. Auf dem Handteller geht das Hellviolett in ein mehr Blauviolett über.

Im Oelbad verwandelt sich die Farbe momentan in Hellviolett; einzelne Partien leuchten sekundenlang orange. Die ganze Färbung geht aber bald in ein schönes, reines Kornblau über, dessen Intensität beim Abklingen mässig rasch abnimmt.

Der grössern Uebersichtlichkeit wegen möge zum Schlusse noch eine kurze Zusammenstellung der Lichterscheinungen bei diesen drei Temperaturen folgen.

Nr.	200—210° C.	Lufttemperatur 20° C.	Kältemischung — 80° C.
1. Rot	schwach kornblau	hell violett-rosa; mässige Intens.	schwach gelblich
2. Dunkelorange	schwach blauviolett	hellgelb, geringe Intensität	dunkelgoldgelb mit einem Stich in's Rötliche
3. Orange	himmelblau, Intens. zieml. gering	hellrosa mit einem Stich in's Violette	hellgoldgelb

Nr.	200—210° C.	Lufttemperatur 20° C.	Kältemischung — 80° C.
4. Orangegelb	schwaches unbest. Leuchten	helles orangegelb von geringer Int.	schwach orangegelber Ton
5. Gelb	unbest. Farbenton, schwache Intens.	grünlichgelb	grünlich, rasch in's Bläuliche überg.
6. Hellgrün	grünlich, Intensität gering	hellgelbgrün, starke Intensität	grünlich, geringe Lichtstärke
7. Grün	hellblau mit einem Stich in's Violette	grün mit einem Stich in's Bläul.	grüngelb, rasch nach gelb abklingend
8. Blaugrün	blau von mässiger Intensität	schön blaugrün	blaugrünlich, rasch durch Gelbgrün in Grüngelb überg.
9. Blaugrün	blau, rasch abkl.	reingrün	grüngelb, mässige Intensität.
10. Grünblau	kornblau	blaugrün	grüngelb, mässige Intensität
11. Hellblau	blau, geringe Intensität	hellblau	gelblich mit einem Stich in's Grünl.
12. Himmelblau	entschieden violettblau	hellblau mit einem Stich in's Grünl.	grünlich, Intensität gering
13. Kornblau	dunkelblau	schön hell kornblau	unbest. fahles Licht von geringer Int.
14. Indigoblau	ziemlich hell reinblau	schön hell violettblau	gelb mit einem Stich in's Rötliche
15. Hellviolett	rein blau	hell blauviolett	hellgelb, in dunkelgelb abklingend
16. Dunkelviolett	rein blau, ziemlich rasch abklingend	hellviolett m. einem Stich in's Rötl.	orangegelb, mässige Intensität

Prof. Dr. L. Fischer.

Zweiter Nachtrag

zum

Verzeichniss der Gefässpflanzen

des Berner Oberlandes

mit Berücksichtigung der Standortsverhältnisse, der horizontalen und vertikalen Verbreitung.

(Eingereicht den 11. Mai 1889.)

Wie im ersten Nachtrag (Mitth. 1882) sind die für das Gebiet neu aufgefundenen Arten durch fetten Druck bezeichnet. Es sind denselben noch eine Anzahl Arten angereiht, für welche den früheren Angaben wesentliche Ergänzungen beigefügt werden konnten. Mittheilungen für diesen zweiten Nachtrag verdanke ich nächst mehreren schon genannten Beobachtern noch den Herren: Ascherson, Professor in Berlin; F. Brątschi, Lehrer in Lenk; Pfarrer Th. A. Bruhin, der Zeit in Wegenstetten, Ct. Aargau; J. G. Christen Std. phil.; A. Gaille, Pharmaceut; Pfarrer Joss in Herzogenbuchsee; Dr. Thomas in Ohrdruf (Notizen zur Flora von Engstlenalp in Mitth. des bot. Vereins für Thüringen 1886).

Anemone Hepatica L. (Verzeichniss S. 10). Auch im Gadmenthal (mit blauen, röthlichen und weissen Blüthen) (Pf. Schneider); Mettlenalp bis 1700 m! Mürren (Ed. Fischer).

Ranunculus aconitifolius L. (S. 12), *Var. platanifolius.* Sulwald ob Isenfluh!

Delphinium elatum L. (S. 14 und Nachtrag 1, S. 5). Zwischen der Boltigenklus und Wallopalp bei 1550 m und am nördlichen Absturz des Grates zwischen den «sonnigen Ryprechten» und Alpiglen (Maurer).

Berberis vulgaris L. (S. 15). Am Bäderhorn bei Boltigen bis c. 1900^{m} (Maurer).

Papaver dubium L. (S. 16), *Var. Lecoquii.* Thun, Eichbühl, Stockenthal (Bruhin).

Anmerkung. Papaver somniferum L. Bei Gunten und Spiez cultivirt (Bruhin).

Arabis hirsuta Scop. (S. 17). An der Thunerseestrasse zwischen Merligen und Leerau! Hondrichberg bei Spiez (Bruhin); Reidigalp bei Boltigen bis 1470^{m} (Maurer).

Anmerkung. Arabis albida Steven. Hin und wieder als Zierpflanze cultivirt und stellenweise verwildert z. B. Thun, Oberhofen, Blumenstein (Bruhin).

Cardamine amara L. (S. 19). Engstlen bei c. 1790^{m} (Dr. Thomas).

Sisymbrium Sophia L. (S. 19 und Nachtrag 1, S. 5). An der Thunerseestrasse zwischen Merligen und Leerau (selten)!

Erucastrum obtusangulum Rchb. (S. 20). Zwischen Wilderswyl und Zweilütschenen! Schiltwald bei Lauterbrunnen c. 1250^{m}! Auf dem Kies der Kander bei Wimmis (Maurer).

Alyssum calycinum L. (S. 20). Auch an der Aare bei Interlaken (Bruhin).

Lunaria rediviva L. (S. 21). Abendberg bei Interlaken, bei c. 1100^{m} (Dr. Dutoit).

Cochlearia officinalis L. (S. 22 und Nachtrag 1, S. 5). An einer Quelle am N. W. Fuss des Widdersgrind (Stockhornkette) (Maurer).

Thlaspi rotundifolium Gaud. (S. 23). Auf Gneissgeröll unterhalb der Wendenalp bei Gadmen bis c. 1450^{m} herab!

Lepidium Draba L. An der Strasse bei Boltigen, 1883 zuerst beobachtet (Maurer); in neuerer Zeit auch zwischen Weissenburg und Erlenbach gefunden (Christen).

Anmerkung. Lepidium ruderale L. Auf dem Kies der Eisenbahnlinie unweit der Station Scherzligen (Bruhin 1885). — *Iberis amara L.* (Nachtrag 1, S. 5). Vereinzelt auch zwischen Thun und Hilterfingen und bei Pohleren (Bruhin). — *Diplotaxis muralis D.C.* Merligen (Bruhin).

Viola cenisia L. (S. 26). Unter dem Tellistock zwischen Bäregg und Sätteli (Genthal) (Dr. Thomas); Sägisthal und Faulhorn (Dr. Dutoit); Fuss des Ammertengrats bei Adelboden c. 1850^{m} (Ed. Fischer).

Drosera longifolia Hayne (S. 27). Sumpfwiesen am Fuss des Abendberges bei Interlaken! Hasleberg im Hohschwandseeli, mit *D. rotundifolia L.* (J. Fankhauser).

Malva Alcea L. (S. 34). Wimmis (Christen); zwischen Oberried und Ebligen (Bruhin).

Geranium lucidum L. Auf Schutt «im Gorpeli» bei Schwarzenmatt im Simmenthal (Christen).

Anmerkung. Impatiens parviflora DC. (S. 38). Auch bei Thun am linken Aarufer unterhalb Scherzligen (Howald 1876), auch in neuerer Zeit beobachtet.

Trifolium hybridum L. Auf Grasplätzen, an Wegen, hin und wieder, in neuerer Zeit an mehreren Orten beobachtet: Heiligenschwendi bei Thun, bei der Kandermündung, Spiez und Spiezberg (Bruhin); auch an mehreren Stellen des nördlich angrenzenden Gebietes.

Lotus uliginosus Schkuhr. (S. 42). Spiez und Reutigenmoos (Bruhin), Lenk (Dr. Fankhauser).

Astragalus glycyphyllus L. (S. 43 und Nachtrag 1, S. 7). Am Weg vom Justisthal nach Sigriswyl und an der Krattigenhalde (Bruhin); Giessbach!

Astragalus depressus L. (Nachtrag 1, S. 7). Auch über dem vorderen Wallopsee bei c. 1700 m (Maurer).

Coronilla varia L. (S. 44). Thun (Bruhin); am Fallbach bei Blumenstein (Howald).

Vicia sativa L. (S. 45). In den Umgebungen des Thunersees stellenweise häufig; auch im Simmenthal bei Weissenbach (Maurer).

Vicia hirsuta Koch. (S. 45). Auch zwischen Thun und Hilterfingen (Bruhin) und im Simmenthal bei Weissenbach (Maurer).

Vicia dumetorum L. In Gebüschen und Wäldern, selten. Zwischen Spiez und Spiezwyler (Bruhin); im Buchenwald oberhalb Gsteigwyler (Dr. Dutoit).

[*Prunus Laurocerasus L.*]. (S. 47). Auch bei Spiez, Interlaken, an mehreren Orten am Brienzersee, in höherer Lage bei Sigriswyl, und beim Pfarrhaus Beatenberg bei 1148 m!

Agrimonia odorata Mill. Im Mühlethalwald oberhalb Innertkirchen am Weg nach der Engstlenalp (Ascherson).

Rosa abietina Grenier. (S. 53). Brienzwyler (Rhiner); zwischen Meiringen und Innertkirchen, und bei Oberweissenburg (Apoth. Schneider); Schwarzenmatt (Maurer); Boltigen und Reichenstein (Rhiner).

Rosa coriifolia Fries. (S. 54). Auch im Simmenthal bei Schwarzenmatt (Maurer).

Sorbus aucuparia L. (S. 55). In der höheren Region auf den Hahnenmösern zwischen Adelboden und Lenk, mit Alnus viridis bei c. 1850 m ! Scharmadalp bei Engstlen 1870 m (Dr. Thomas).

Eryngium alpinum L. (S. 66). Wurde 1881 am Niesen wieder aufgefunden (A. Gaille).

Anmerkung. Pastinaca sativa L. (S. 69). Zwischen Scherzligen und Allmendingen ausserhalb des Gebietes (Bruhin).

Dipsacus silvestris Mill. (S. 76). Auch im Spiezmoos! Häufig zwischen Oberried und Ebligen (Bruhin).

Dipsacus pilosus L. (S. 76). Wimmis! Am Brienzersee bei Niederried! und zwischen Oberried und Ebligen (Bruhin).

Stenactis bellidiflora A. Br. (S. annua Nees). In einer Waldlichtung zwischen Spiezwyler und Lattigen; zwischen Spiezwyler und Spiez und auf dem Spiezberg (Maurer).

Mulgedium Plumieri D.C. Aebialp am Fuss des Schafarnisch bei Boltigen (Maurer); über Unterpäust bei Saanen (Pittier, nach Rhiner).

Hieracium suecicum Fr. (S. 94). Auch an der Stockhornkette auf dem Mettenberg zwischen dem Neuenberg nnd Alpligen bei Oberwil (Maurer).

Hieracium jurassicum Griseb. An der Stockhornkette im «Nessli» zwischen Klus und Wallopalp, und in der «Kratzern» auf Alpligen am Weg nach dem Neuenberg (bei Oberwil) (Maurer).

Hieracium strictum Fr. Kratzern auf Alpligen mit der vorigen Spec. (Maurer).

Hieracium perfoliatum Fröl. (S. 98). Stockhornkette «im Nessli» zwischen Klus und Wallopalp 1600 m (Maurer).

Anmerkung. Von hybriden Hieracien werden angegeben: *H. Pilosella* × *sabinum* Reidigalp bei Boltigen (v. Rütte nach Gremli Neue Beiträge zur Flora der Schweiz 3, S. 21). *H. aurantiacum* × *Pilosella* Schiltalp bei Mürren (Schneider nach Gremli, N. B. 3, 21). *H. cæsium* × *Gaudini* Ganterisch (Dr. Dutoit nach Gremli N. B. 3, S. 36). *H. Gaudini* × *Trachselianum* (Wie vorige).

Pirola chlorantha Sw. (S. 104). In Ufergebüschen der Kander und Simme bei Wimmis (Christen).

Pirola media Sw. (S. 104). Am Brienzersee zwischen Bönigen und Iseltwald (A. Gaille); am nördlichen Abhang des Männlichen am Weg von der Spätenenalp nach Wengen bei c. 1600 m, mit Uebergangsformen zu P. rotundifolia L.!

Pirola secunda L. (S. 104). Selten bis in die höhere Region: Oberhalb des Engstlensees bei 1880 m (Dr. Thomas).

Linaria Cymbalaria L. (S. 114). Auch Hünibach, Hilterfingen, Oberhofen, Wimmis bei der Kirche (Bruhin) und im nördlich angrenzenden Gebiet an der Aare zwischen Thun und Uttigen!

Tozzia alpina L. (S. 117 und Nachtrag 1, S. 13). Zwischen Urbachsattel und Augstkummalp bei c. 2100 m—2200 m (Ed. Fischer), Laubhorn bei Lenk (F. Bratschi).

Pedicularis recutita L. (S. 118). Am Engstlensee bei c. 1870 m und am Seeabfluss bei c. 1750 m (Dr. Thomas); Iffigen bei Lenk (Dr. Fankhauser).

Rhinanthus major Ehrh. Var. hirsutus. (S. 119). Auch in der mittleren und höheren Region beobachtet: Zwischen Schönegg und Schynige Platte c. 1550 m! Engstlenalp noch bei c. 1960 m (Dr. Thomas).

Orobanche Salviae F. Schultz. Lauterbrunnenthal am Weg nach Isenfluh, auf Salvia glutinosa L. (Dr. Dutoit).

Anmerkung. Salvia verticillata L. Zwischen Därligen und Interlaken an der Eisenbahn (Christen), am Aarufer unterhalb Thun etwas ausserhalb des Gebiets (Bruhin).

Galeopsis Ladanum L. (S. 123). *Var. intermedia (G. intermedia Vill.).* An der Brünigstrasse oberhalb Brienzwyler (Rhiner).

Scutellaria galericulata L. (S. 124). Tiefenrohren bei Lenk (Fr. Bratschi). Etwas ausserhalb des Gebietes bei Scherzligen (Bruhin) und an der Aare unterhalb Thun (Brown).

Primula integrifolia L. (S. 129). Engstlen, bei den Schründen der Scharmadalp und am Weg zum Sätteli (Dr. Thomas).

Anmerkung. Amarantus retroflexus L. Thun bei der Kaserne und längs der Eisenbahnlinie bis Scherzligen etwas ausserhalb des Gebiets (Bruhin).

Salix repens L. Var. fusca. (S. 141). Auch bei Entschwil im Diemtigthal!

Potamogeton perfoliatus L. (S. 144). Auch in der mittleren Region, im hinteren Wallopsee (bei Boltigen) bei 1620 m (Maurer).

Orchis incarnata L. (S. 146). Zwischen Zweisimmen und Saanen und zwischen Saanen und Gsteig (Rhiner).

Anacamptis pyramidalis Rich. (S. 146). Am Fuss des Abendberges; auch an der Stockhornkette: Bonfal bei Waldried am Fuss des Schafarnisch (Maurer).

Epipactis microphylla Sw. An der Burgfluh und Simmenfluh bei Wimmis und zwischen Oberwyl und Alpligen (Christen).

Streptopus amplexifolius D.C. (S. 153 und Nachtrag 1, S. 15). Im Lauenenthal (Joss).

Anmerkung. Asparagus officinalis L. Kultivirt zwischen Eichbühl und Hünegg bei Thun und am Spiezberg (Bruhin) und verwildert an der Aare oberhalb Uttigen (ausserhalb des Gebiets).

Allium sphaerocephalum L. (S. 157). Auch in der mittleren Region: Zwischen Aebialp und Schafarnisch (bei Boltigen) 1550 m—1700 m (Maurer).

Muscari botryoides D.C. (S. 158). Häufig auf einer Wiese in Goldiwyl bei Thun (Bruhin).

Elyna spicata Schrad. (S. 163). Auch am Susten (Passhöhe)! und am Männlichen (Howald).

Alopecurus pratensis L. Im Glockenthal am Fusse des Brändlisberges bei Thun und im Teuffenthal (Bruhin).

Calamagrostis tenella Host. (S. 171). Spätenenalp am Männlichen bei c. 1600 m!

Poa hybrida Gaud. Brünig (Rhiner), Grimsel (Koch Synopsis).

Anmerkung. Eragrostis minor Host. In der Nähe der nördlichen Gebietsgrenze bei Scherzligen, auf Kiesboden der Eisenbahnstation, 1885 zuerst beobachtet!

Elymus europæus L. (S. 180). Am Niesen oberhalb Wimmis (v. Tavel) und oberhalb Heustrich (Howald), Saxetenthal bei c. 1000 m! Giessbach (Howald).

Juniperus Sabina L. (S. 183). Auch an anderen Stellen der Stockhornkette: Widdersgrind bei Oberwyl, am Schafarnisch und an der Rockschwartenfluh auf Wallop (Maurer).

Equisetum Telmateia Ehrh. (S. 186). *Var. frondescens A. Braun* Guntenschlucht hinter Sigriswyl (Bruhin). *Var. serotinum A. Braun* bei Habkeren und an der Suld bei Mühlenen (Bruhin).

Dr. Fr. Jenny.

Ueber Löss und lössähnliche Bildungen in der Schweiz.

(Eingereicht im Januar 1889.)

Einleitung.

Mit dem Namen Löss bezeichnet man bekanntlich eine continentale nie marine Ablagerung, welche aus einer sehr feinen, staubartigen, leicht zerreibbaren, mergeligen, schmutziggelben bis bräunlichen Masse besteht, welche sich durch gleichmässige Grösse der feinen Partikel, nicht selten durch Lösskindel und gewöhnlich durch das Fehlen jeglicher Schichtung auszeichnet. Die chemische Analyse zeigt neben der Kieselsäure, welche meistens den Hauptbestandteil bildet, hauptsächlich Thonerde und einen sehr schwankenden Gehalt von kohlensaurem Kalk. Petrographisch besteht der Löss aus vorwaltenden feinen Quarzkörnchen, Thon und wechselnden Kalkmengen.

Auf schweizerischem Gebiet ist der Löss zuerst in der Nähe von Basel beobachtet worden, was sehr begreiflich ist, da derselbe mit dem eigentlichen Rheinlöss unmittelbar zusammenhängt. Die ältesten, mir bekannten Abhandlungen, die sich mit den baslerischen Vorkommnissen beschäftigen, sind diejenigen von Rathsherr Peter Merian[1]). Er bemerkt, dass die Hügel in der Umgebung von Basel meistens mit mächtigen Lehmablagerungen, welche bis 400′ über das jetzige Niveau des Rheines hinaufgehen, bedeckt seien.

Shuttleworth[2]), der eine Lössstelle nicht weit von der Ruine Reichenstein bei Arlesheim beobachtet, führt 7 im Löss häufig vorkommende Schnecken an.

[1]) Beiträge zur Geognosie von P. Merian, pag. 121, und VI. Bericht über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel 1844, pag. 44.

[2]) Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern 1844, pag. 196 — 199.

In der von Peter Merian gehaltenen Eröffnungsrede bei der 41. Versammlung der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft[1]), wird der Löss der Umgebung von Basel wieder erwähnt. «Die Schalthierfauna des Lösses ist bekanntermassen in den Gegenden des Mittelrheins näher untersucht worden durch Alexander Braun. Sie besitzt in unsern Umgebungen ganz dieselbe Beschaffenheit». Die Entstehung des Lösses betreffend, äussert sich der Verfasser dahin, dass derselbe mit seinen Landconchylien nur von einem fliessenden Wasser hat abgesetzt werden können.

Einige Anmerkungen über den baslerischen Löss finden sich ferner in der Arbeit von Köchlin-Schlumberger[2]). Er gliedert den Löss, den er mit dem Namen «Lehm» bezeichnet, in 3 Unterabtheilungen: lehm brun, lehm gris und lehm jaune. Der lehm brun liegt immer an der Oberfläche und besitzt nur ganz geringe Mengen von kohlensaurem Kalk. Der lehm gris ist der eigentliche Löss mit Konkretionen und Schnecken, die in den beiden andern Lehmsorten fast gänzlich fehlen. Der lehm jaune besitzt fast ganz die gleichen Eigenschaften wie der lehm brun; ein grösserer Gehalt an kohlensaurem Kalk und die tiefere Lage zeichnen den erstern aus.

Köchlin kommt am Schlusse seiner Arbeit zu der Ansicht, dass alle 3 Lehmvarietäten ursprünglich als lehm gris abgelagert worden sind und dass die 2 andern Lehmsorten sich unter dem Einfluss von kohlensäurehaltigem Wasser gebildet haben.

Einige Bemerkungen über den baslerischen Löss finden sich auch in den Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz von Prof. Müller[3]).

Nachdem die baslerischen Lösslokalitäten schon in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts bekannt geworden waren, ist dann im Jahre 1856 im st. gallischen Rheinthal v. Arnold Escher von der Linth[4]) eine Ablagerung beobachtet worden, die er Löss genannt hat. «Diese Bildung gleicht petrographisch ganz dem wahren Löss des untern Rheinthales; sie besteht theils aus feinem, gelblichem

---

[1]) Darstellung der geologischen Verhältnisse des Rheinthals bei Basel 1856.

[2]) Bulletin de la Société géologique de France, Band 16, pag. 297. Comparaison chronologique des terrains quaternaires de l'Alsace avec ceux de la vallée du Rhône dans le Dauphiné.

[3]) Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz; I. Lieferung 1862, pag. 31 — 33.

[4]) Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1856, pag. 242.

Sande, in dem sich sehr kleine, weisse Glimmerschüppchen erkennen lassen, theils aus noch feinerem, gelblichem Schlamm». Die Schnecken sind ungleichmässig vertheilt, oft in grösserer Zahl beisammen. Prof. Mousson hat ein reichhaltiges Verzeichniss von Schnecken, die A. Escher von der Linth dort gesammelt, aufgestellt, wonach 23 Arten gefunden worden sind. Der Verfasser bringt die Entstehung dieses Lösses in engen Zusammenhang mit den Glacialerscheinungen; er sagt, dass sich diese Ablagerung gebildet habe zu einer Zeit, in welcher sich der Gletscher hinter Sargans zurückgezogen hatte.

Nachdem nun im Rheinthal in verschiedenen Gegenden der Löss bekannt geworden war, ist dann derselbe auch im Thal der Aare bei Aarau durch Mösch[1]) und Mühlberg[2]) nachgewiesen worden. Von Letzterem findet man weitere Ergänzungen und neuere Beachtungen im Programm der aargauischen Kantonsschule[3]).

Nach ihm ruht der Löss auf den beiden höchsten Flussterrassen und höher; auf tiefer liegenden Terrassen sind nur 2 kleine Vorkommnisse bekannt. Die Ablagerung, in welcher Schnecken in grosser Anzahl vorhanden sind, hat eine Mächtigkeit von zirka 6 m. und zeigt keine Spur von Schichtung. Mühlberg versetzt die Bildung des Lösses in eine Zeit, in welcher die obern Flussterrassen bereits gebildet waren. Er hält es für eine Unmöglichkeit, dass ein Fluss zu jener Zeit das obere Niveau des Lösses (468 m.) hätte erreichen können; deshalb, und weil keine Schichtung vorhanden ist, betrachtet er den Löss als eine aërische Bildung.

Vor wenigen Jahren sind dann auch im Kanton Bern einzelne Lösslokalitäten durch Prof. Baltzer und Dr. Ed. von Fellenberg bekannt geworden. Zuerst fand Letzterer[4]) in der Nähe von Kosthofen eine Ablagerung, die er mit dem Namen «Löss» bezeichnete. Es ist ein weicher, sandiger Thon von hellgelber Farbe, mit ausserordentlich feiner Schichtung. Lössschnecken sind hier bis jetzt nicht beobachtet worden.

Die zweite bernische Lokalität wurde durch Prof. Baltzer[5]) aufgefunden in der Nähe von Wyl. Die Ablagerung, an einer Stelle

[1]) Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, IV. Lieferung, pag. 250.

[2]) Ueber die erratischen Bildungen im Aargau 1869, pag. 527.

[3]) 1885, pag. 32 und 43.

[4]) Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern 1885, I. Heft, pag. 34.

[5]) Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern 1885, I. Heft, pag. 36.

mit ein wenig Erraticum bedeckt, ist ein grauer, thonig-sandiger Löss, mit Tufflagen, Lössmännchen und vielen Schnecken. Diese letztern verweisen uns nach Moussons Bestimmungen unbedingt in die Gletscherzeit, weshalb Prof. Baltzer die Ablagerung als Gletscherschlamm gedeutet hat.

Im gleichen Jahre sind auch wieder durch Prof. Baltzer [1]) noch verschiedene Lössstellen bekannt geworden.

Die 3. Lössstelle befindet sich in der Nähe von Gross-Höchstetten und weist ganz entsprechende Verhältnisse auf wie bei Wyl.

Die 4. Lösslokalität liegt bei Kehrsatz. Der Löss bildet eine deutlich ausgeprägte Terrasse und stimmt petrographisch mit demjenigen von Wyl überein; nur enthält er grössere Tufflagen.

Die vier übrigen Stellen, Thal, Gummersloch, Toffen und Münchenbuchsee zeichnen sich durch reichliche Tufflagen aus.

«Der bernische Löss ist somit ein theils grauer, theils weisslicher, theils lichtgelber Lehm von bemerkenswerthem Kalk-, mehr oder weniger Sandgehalt und von lockerem Gefüge». Die Entstehung des Lösses betreffend, kommt Prof. Baltzer zu der Ansicht, dass ein Theil dieser Ablagerung als ein Abschwemmungsgebilde der mit Moränenschutt bedeckten Areale durch diluviale Regengüsse und rinnendes Wasser zu betrachten sei. (Toffen, Gummersloch und Thal). Der Löss der übrigen Lokalitäten wäre als Hochfluthschlamm, dem sich durch Quellenthätigkeit Tuffeinlagerungen beigemischt haben, anzusehen.

Wie aus diesen einleitenden Bemerkungen zu ersehen ist, finden wir in der Schweiz den Löss in der Umgebung von Basel, bei Aarau, im st. gallischen Rheinthal und im Kanton Bern. Ich muss nun gleich am Anfang darauf hinweisen, dass der schweizerische Löss nicht überall das gleiche Aussehen und die gleichen Eigenschaften besitzt, weshalb ich folgende 2 Gruppen unterscheiden werde:

I. Typische schweizerische Lössvorkommnisse:
   1. Basel und Umgebung.
   2. Umgebung von Aarau.
   3. St. gallisches Rheinthal.

II. Lössähnliche Bildungen im Kanton Bern.

Die nähere Begründung dieser Abtheilungen wird sich im Verlauf der Arbeit ergeben.

---

[1]) Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern 1885, II. Heft, pag. 111.

I. Typische schweizerische Lössvorkommnisse.

1. Der Löss in der Umgebung von Basel.

In der Umgebung von Basel ist der Löss eine sehr häufige Erscheinung. Im Stadtgebet selber findet man ihn an verschiedenen Stellen; die Hauptlokalitäten befinden sich aber in Baselland. Alle kleinen Hügel, welche zwischen dem Rhein und den Jurahöhen liegen, sind ganz oder theilweise mit einer dicken Lössschicht bedeckt. Im Thal des Birsig ist der Löss eine so gewöhnliche Erscheinung, dass man das Thal danach Leimenthal genannt hat.

Betrachten wir nun zunächst die Lössvorkommnisse auf der linken Seite des Birsigthales. Dieses Gebiet zeichnet sich durch eine Anzahl sanfter Hügel aus, die sich gegen Norden allmälig senken. Wie sich aus den verschiedenen guten Aufschlüssen ergibt, bildet der Löss überall die Decke der älteren Ablagerungen. Die besten Aufschlüsse finden sich an dem Strässchen, welches, von der Allschwylerstrasse abzweigend, direkt nach Neuwiler führt. Der Löss ist hier theilweise durch das Strässchen, theilweise durch regelmässigen Abbau aufgeschlossen und besitzt eine Mächtigkeit von 12 m.

Die Ablagerung besteht aus einer sehr feinen, leicht zerreibbaren, mergeligen, schmutzig gelben Masse. Die einzelnen Theilchen sind aber immerhin noch so fest mit einander verbunden, dass der Löss etwa 10 m. hohe, senkrechte Wände zu bilden im Stande ist. Weisse fadenartige Gebilde, welche den Löss nach allen Richtungen durchsetzen, sind hier nicht selten. Die absonderlich gestalteten Kalkkonkretionen, die man Lösskindchen nennt, sind häufig und in verschiedener Grösse vorhanden (2 cm. bis 15 cm.) Ausser diesem Aufschluss sind ganz in der Nähe noch drei andere vorhanden, die die gleichen Erscheinungen zeigen. Alle vier Lokalitäten fasse ich unter dem Namen «Neubad» zusammen, weil diese so benannte Stelle nicht weit davon entfernt liegt. An diesen verschiedenen Stellen habe ich folgende Schnecken gefunden.

Helix arbustorum Lin. (3[1])
„ sericea Müll. var. glabella St. (3)
„ plebeja Drap. (3)
„ pulchella Müll. (3)
Hyalina nitidula Drap. (2)
„ fulva Müll. (1)
Succinea oblonga Drap. (3)
„ oblonga var. elongata (2)
Pupa muscorum Lin. (3)
„ secale Drap. (1
Zua lubrica Müll. (2)

In allen Gruben wird der Löss regelmässig abgebaut und zur Backsteinfabrikation verwendet. Die Lösskindchen, die dazu nicht gebraucht werden können, liegen gewöhnlich massenhaft umher.

Auf der rechten Seite des Leimenthales liegt das Bruderholz, ein sanfter Hügelzug, der auch verschiedene Lössaufschlüsse aufzuweisen hat. Wie man am östlichen Abhang an einer Stelle beobachten kann, lagert der Löss auf diluvialer Nagelfluh. Diese diluviale Nagelfluh ist es auch, welche an einzelnen Stellen ziemlich steile Abhänge bedingt. Der Löss bildet auch hier die Decke der ältern Ablagerungen und bedingt die grosse Fruchtbarkeit des Bruderholzes.

Eine sehr interessante Stelle findet sich bei Punkt 353 der Karte von Basel und Umgebung (1: 25,000), welche Stelle den Namen «Ob dem Gemeindeholz» trägt. Der Aufschluss hat eine absolute Höhe von 353 m. Der Löss wurde hier früher abgebaut, es ist desshalb jetzt noch ein etwa 5 m. hoher Anschnitt vorhanden. Das Profil von oben nach unten ist folgendes:

1 m. fetter rothbrauner Lehm, der beim Trocknen sehr hart wird.
3 m. ächter Löss.

In dem zuoberst gelegenen Lem sind keine Konkretionen und keine Schneckenschalen vorhanden. Wir haben ihn als einen, in loco, durch Sickerwasser ausgelaugten Löss zu betrachten. Die Grenze zwischem Lehm und Löss ist auffallend scharf. Letzterer hat hier

[1]) Die Zahlen, welche die numerische Verbreitung angeben, haben folgende Bedeutung:
1. bedeutet: *seltenere* Arten.
2. » *verbreitete*, wenn auch nicht häufige Arten.
3. » *häufige* bis *ganz gemeine* Arten.

dieselben Eigenschaften, wie an den vorher erwähnten Stellen. Lösskindchen und Schnecken, unter welchen die Succinea oblonga Drap. bedeutend vorherrscht, sind nicht selten, wie folgende Liste zeigt:

Helix arbustorum Lin. (3)
„ plebeja Drap. (3)
„ sericea Müll. var. glabella St. (2)
„ villosa Drap. (2)
„ pulchella Müll. (2)
Hyalina fulva Müll. (2)
„ crystallina Müll. (2)
Pupa muscorum Lin. (3)
„ secale Drap. (2)
Succinea oblonga Drap. (3)
„ oblonga var. elongata (3)
Chondrula quadridens Drap. (1)

Auf dem Bruderholz hat man noch an verschiedenen Stellen Gelegenheit, Löss zu sehen. Steigt man z. B. von Gundoldingen gegen die Batterie hinauf, so findet man in verschiedenen kleinen Hohlwegen Löss entblösst; allein diese Aufschlüsse erlauben eben nicht viel anderes, als die Ablagerung mit ihren Schnecken zu constatiren. Etwas besser sind zwei Aufschlüsse in der Nähe der Kloster-Fiechten.

Eine recht interessante Stelle ist an dem Strässchen vorhanden, das vom Punkt 288, von der nach Reinach führenden Strasse abzweigend, nach dem Reservoir hinaufführt. Hier sieht man, so viel mir bekannt, die Ueberlagerung der diluvialen Nagelfluh durch den Löss am besten. Auf der linken Seite des Strässchens bildet die feste Nagelfluh einen sehr steilen Abhang. Unmittelbar darüber lagert der Löss, dessen Existenz man von weitem an der abnehmenden Böschung erkennen kann. Einige Schritte davon entfernt musste auf der rechten Seite der Strasse Löss abgetragen werden, weil sonst die Böschung zu steil geworden wäre. Mitten in der Böschung wurde ein thurmförmiger Theil stehen gelassen, an welchem man jetzt noch alle Eigenthümlichkeiten des Lösses beobachten kann. Bei dieser Strassenanlage kamen hier sehr grosse Lösskindchen (70—80 cm. lang und 25—30 cm. breit) und einige Knochen (Bos, Cervus, Equus scabellus, Elephas primegenius) zum Vorschein [1]).

[1]) Mittheilung von Hr. Ed. Greppin.

Der sichtbare obere Rand dieser verschiedenen Lössvorkommnisse weist folgende absolute Höhenzahlen auf:

1. Ob dem Gemeindeholz 358 m.
2. Am Weg nach der Batterie 350 m.
3. Hinter den Kloster-Fiechten 340 m.
4. An der Strasse uach dem Reservoir 332 m.

Ganz kleine Anschürfungen zeigen aber, dass der Löss noch höher hinaufgeht; so habe ich denselben noch in einer Höhe von 390 m. getroffen. Wahrscheinlich ist das ganze Bruderholz (höchster Punkt 395 m.) mit Löss bedeckt.

Zwischen der Birs und dem Dorfe Muttenz liegt eine Erhebung, die man mit dem Namen «Rütihard» bezeichnet. Nicht weit von genanntem Dorfe findet sich auf der Anhöhe eine Lössstelle (345 m.). Die Unterlage bildet ein blauer Lehm, der genetisch mit dem Löss in keine Beziehung zu bringen ist. Petrographisch ist der Löss mit demjenigen auf dem Bruderholz identisch und auch hier bedeckt er den Hügel theilweise. Unter den Schnecken, die häufig sind, ist es wieder die Succinea oblonga Drap., welche bedeutend vorherrscht.

Helix sericea Müll. var. glabella St. (2)
„ pulchella Müll. (3)
Hyalina crystallina Müll. (2)
Pupa muscorum Lin. (3)
Succinea oblonga Drap. (3)
Limnea peregra Müll. (3)
Planorbis spirorbis Müll. (3)
„ vortex Müll. (2)
Clausilia spec. ? (2)
Pisidium spec. ? (1)

Etwas tiefer liegt der Löss im Birsig- oder Leimenthal. Es sind an verschiedenen Orten kleinere Anschürfungen vorhanden, wodurch der Löss entblösst wird. Ein grösserer Aufschluss befindet sich in der Nähe von Binningen (300 m.) Die Ablagerung, die auch hier zur Backsteinfabrikation verwendet wird, hat die gleichen Eigenschaften wie der Löss der besprochenen Lokalitäten. In diesem Abschnitt finden wir zu oberst Ackererde und darunter den Löss in einer wechselnden Mächtigkeit von 3—4 m. Auch Lösskindchen und Schneckenschalen sind in der gewohnten Häufigkeit vorhanden.

Helix arbustorum Lin. (3)
„ villosa Drap. (1)
„ sericea Müll. var. glabella (3)

Hyalina fulva Müll. (1)
„ nitidula Drap. (1)
„ crystallina Müll. (2)
Pupa muscorum Lin. (3)
Clausilia triplicata Hartm. (2)?

Auffallend ist das Fehlen von Succinea oblonga Drap.

Im Dorfe Binningen selbst ist der Löss durch ein Strässchen aufgeschlossen. Einen ähnlichen Aufschluss findet man auch noch am Strässchen, das von Bottmingen nach der Batterie hinaufführt.

In der Umgebung von Basel sind ferner noch einige Lössaufschlüsse vorhanden, die den ausgesprochenen Flussterrassen ein- oder aufgelagert sind, und gerade dieser Umstand dürfte für diese Stellen von besonderem Interesse sein.

Einen solchen Aufschluss findet man in der Erdbeergrube, ausserhalb des Steinenthors, bei Basel. An diesem Ort ist ein Anschnitt in den gut geschwemmten Kies, der die sehr schöne St. Margarethenterrasse bildet, gemacht worden. Die Grube ist rechtwinklig angelegt, und ich habe vom obern Theil der südlichen und der östlichen Wand eine Zeichnung angefertigt. (Siehe Tafel).

Betrachten wir nun zunächst den südlichen Absturz der Grube, so bemerken wir zuoberst (282 m.) eine $^1/_2$ m. dicke Schicht Ackererde. Darunter liegt eine 1 m. mächtige dunkle Lehmschicht, die beim Trocknen sehr hart wird. Unter diesem Lehm folgt in einer wechselnden Mächtigkeit von 0—60 cm. eigentlicher Löss. Die Grenze zwischen Löss und Lehm ist unbestimmt. An einzelnen Orten sind, wie leicht begreiflich, ziemlich viele kleine Gerölle vorhanden. Im Uebrigen hat der Löss die gleichen Eigenschaften wie an den beschriebenen Lokalitäten, nur wird er hier oft etwas sandiger. Lösskindchen habe ich nicht gefunden, dagegen sind Schneckenschalen, worunter auch wieder Succinea oblonga Drap. die häufigste ist, nicht selten.

Succinea oblonga Drap.
Pupa muscorum Lin.
Helix sericea Müll. var. glabella St.
Helix pulchella Müll.
Clausilia spec?

Das Liegende des Lösses wird gebildet durch gut geschwemmten Kies.

Der östliche Absturz zeigt ungefähr die gleichen Verhältnisse, wie aus dem zweiten Profil leicht zu ersehen ist. Die Lagerung des

Lösses ist an beiden Stellen derart, dass dieselbe über die Entstehung der Ablagerung einigen Aufschluss zu geben im Stande ist.

Nicht weniger Interesse bietet in dieser Beziehung eine Kiesgrube auf dem «Ruchfeld» bei Basel. Ein Profil (siehe Tafel) durch den obern Theil der Grube gibt die nöthigen Einzelheiten. Zuoberst (287 m.) befindet sich eine ganz dünne Schicht Ackererde. Darunter folgt gut geschichteter Kies. In demselben finden wir etwa 1 m. unterhalb der Oberfläche eine Anzahl wagrecht angeordneter Lösslinsen. Die Länge dieser Lösslinsen wechselt zwischen ½ m. und 1 m.; die Mächtigkeit beträgt 20—40 cm. Petrographisch stimmt dieser Löss mit demjenigen der andern Lokalitäten überein, nur ist er etwas sandiger. Trotzdem diese Linsen so klein sind und im Löss noch hie und da kleine Gerölle vorkommen, so finden sich dennoch Schneckenschalen in ziemlicher Menge darin.

Allerdings sind die grössern Exemplare nicht mehr gut erhalten. In den verschiedenen Linsen habe ich folgende Arten gefunden:

Helix arbustorum Lin. (3)
„ pulchella Müll. (3)
„ villosa Drap. (2)
„ sericea Müll. var. glabella St. (3)
Succinea oblonga Drap. (2)
Cionella acicula Kob. (2)
Pupa muscorum Lin. (2)
„ secale Drap. (2)
Zua lubrica Müll. (1)

Aus diesem Verzeichniss ergibt sich, dass in den kleinen Linsen die wirklich charakteristischen Lössschnecken vorkommen. Die einzige Art, die in der Schweiz bis jetzt an keiner andern Lokalität gefunden worden, ist die Cionella acicula Kob. Dagegen ist diese Art aus dem Löss von Heidelberg bekannt [1]).

Von Dr. Greppin [2]) werden noch verschiedene Stellen citirt, an welchen lössartiger Lehm in dünnen Streifen zwischen Geröllbänken abgelagert ist. Die bekannteste ist diejenige von St. Jakob.

---

[1]) Geogn. Beschreibung der Umgegend von Heidelberg v. Beneke u. Cohen 1881, pag. 561.

[2]) Observations géologiques, historiques et critiques, pag. 7—9.

O. Heer[1]) bezeichnet die Ablagerung von St. Jakob, gestützt auf dort gefundene Blätter und Versteinerungen, als interglacial. Aus stratigraphischen, paläontologischen und petrographischen Gründen bin ich aber der Ansicht, dass dieser lössartige Lehm den ähnlichen Vorkommnissen auf dem Ruchfeld und in der Erdbeergrube nicht entspricht und deshalb nicht zum ächten Löss zu rechnen ist.

In der Nähe von Liestal befindet sich auch noch ein kleiner Lössaufschluss in einer absoluten Höhe von 330 m., welcher zeigt, dass auch etwas abseits vom Rhein, im Thal der Ergolz, Löss zum Absatz gelangt ist.

Ein eigentliches Lösscentrum findet sich endlich noch in der Nähe von Riehen. Ein Blick auf die Karte von Basel und Umgebung (1 : 25,000) zeigt uns, dass in unmittelbarer Nähe des genannten Dorfes ziemlich viele Hohlwege vorhanden sind, durch welche der Löss meistens aufgeschlossen ist. Derselbe zeigt hier in jeder Beziehung die gleichen Eigenschaften wie im Neubad oder auf dem Bruderholz. Die Lössschnecken sind überall häufig und, wie das nachfolgende Verzeichniss zeigt, stimmen diese Lokalitäten auch in dieser Beziehung mit den übrigen baslerischen Vorkommnissen überein. In den verschiedenen Hohlwegen habe ich folgende Arten gefunden:

Helix arbustorum Lin. (3)
„ villosa Drap. (2)
„ sericea Müll. var. glabella St. (3)
„ pulchella Müll. (2)
Succinea oblonga Drap. (3)
„ „ var. elongata (3)
Pupa muscorum Lin. (3)
„ secale Drap. (2)
Zua lubrica Müll. (2)
Clausilia spec.? (2)

Zwischen Riehen und Hörnli, am Wege nach Bettingen, ist der Löss auch wieder mehrmals blosgelegt. Alle Aufschlüsse in der Umgebung von Riehen besitzen eine absolute Höhe von 300—330 m. Allerdings geht der Löss noch höher hinauf, so habe ich ihn noch in Höhen von 370 und 380 m. getroffen. Dabei habe ich aber bemerkt, dass die Mächtigkeit nach obenzu abnimmt.

---

[1]) Urwald der Schweiz, 2. Ausgabe, pag. 532.

Nachdem die wichtigern, mir bekannten Aufschlüsse in der Umgebung von Basel erwähnt worden sind, sollen nun die hauptsächlichsten Resultate zusammengestellt werden, die sich bei der Vergleichung aller Lokalitäten ergeben.

In der Umgebung von Basel ist der Löss eine sehr häufige Erscheinung.

Die absolute Höhe der verschiedenen Lössstellen ist von besonderer Wichtigkeit. Der höchstgelegene bessere Aufschluss befindet sich auf dem Bruderholz in einer Höhe von 390 m.; es ergibt sich hieraus, dass das obere Niveau des Lösses etwa 400 m. beträgt, während die absolute Höhe des Rheins bei Basel sich auf 253 m. beläuft.

Die Mächtigkeit ist sehr verschieden. Die grösste Mächtigkeit (12, m.) beobachtete ich zwischen Neubad und Allschwil. Im Elsass soll die Mächtigkeit 18 m. und darüber betragen [1]).

Petrographisch ist der baslerische mit dem deutschen Rheinlöss, sozusagen identisch. Er ist überall die gleiche, sehr feine, zwischen den Fingern staubartig zerreibbare Masse von schmutziggelber Farbe. Vom Lehm unterscheidet er sich dadurch, dass er einen viel geringern Grad von Zähigkeit und Plastizität besitzt und dass er auch getrocknet noch zerreibbar, während der getrocknete Lehm sehr hart ist. Schichtung fehlt dem Löss durchweg.

Die vorhin erwähnte, staubartige Zusammensetzung ist für den Löss kennzeichnend. Ueber die Korngrösse des Lösses hat Jentsch [2]) Messungen angestellt und dabei herausgefunden, dass die Körner 0,02 bis 0,04 mm. Durchmesser besitzen. Vom Rheinlöss bei Strassburg [3]) haben Messungen zum gleichen Resultat geführt. Nach makroskopischer Betrachtung zu urtheilen, stimmt der baslerische Löss auch in dieser Beziehung mit demjenigen bei Strassburg überein.

Ein weiteres Merkmal des Lösses bilden die Lösskindchen. Diese eigenthümlich geformten Kalkkonkretionen finden sich an fast allen Fundstellen in verschiedener Grösse. Das Vorkommen dieser Konkretionen gehört nicht zu den wesentlichen Merkmalen des Lösses, da sie auch manchmal fehlen. Ueber das Entstehen der Lösskindchen

---

[1]) Bulletin de la Société géol. de France, Band 16, pag. 335.

[2]) Zeitschrift des naturwissenschaftl. Vereins in Halle, 1872, pag. 51.

[3]) Schumacher, Erläuterungen zur geol. Karte der Umgegend von Strassburg, 1883.

sind von verschiedenen Geologen auch verschiedene Ansichten geäussert worden. Jentsch[1]) ist der Ansicht, dass weitaus der grösste Theil der Konkretionen als gleichzeitig mit dem Löss gebildet anzusehen sei. Nach Köchlin-Schlumberger[2]) sind die Lösskindchen nicht gleichzeitig mit dem Löss abgelagert worden, sondern erst nachher dadurch entstanden, dass der Kalk in den obern Schichten durch Sickerwasser ausgelaugt und nach unten geführt worden ist, wo er dann mit anderem Lössmaterial diese Konkretionen gebildet hat. Diese Ansicht wird hauptsächlich durch folgende Thatsache begründet. Die gewöhnlichen Schnecken finden sich auch in den Lösskindchen und zwar manchmal so, dass dieselben zur Hälfte hinausragen. Wären nun diese Konkretionen durch einen diluvialen Strom auch nur eine ganz kleine Strecke transportirt worden, so müssten diese Schneckenschalen zerstört worden sein. Wir sehen somit, dass die Lösskindchen erst nach stattgefundenem Absatz im Löss sich gebildet haben, welche Ansicht auch Herr Wahnschaffe[3]) bestätigt. Ein weiterer Beweis für die sekundäre Bildung dieser Konkretionen scheint mir in dem unregelmässigen Vorkommen derselben zuliegen. Wären sie von einem Fluss eingeschwemmt worden, so müsste irgend welche lineare Anordnung derselben wahrzunehmen sein. Es soll zwar nach Andreae hin und wieder lineare Anordnung vorkommen, dann aber spricht die Form der Konkretionen dagegen, dass dieselben eingeschwemmt worden sind.

Als ein durchgehendes Merkmal des Lösses wurde von Jentsch das Zerfallen desselben im Wasser angegeben. Der baslerische Löss zeigt diese Erscheinung ebenfalls.

Ein ferneres, wenn auch nicht ganz durchgehendes Kennzeichen des Lösses liegt in dem Vorkommen von Schneckenschalen. Es sind zwar an einzelnen Orten Ablagerungen als Löss bezeichnet worden, in welchen sich keine Schnecken gefunden haben. Da aber, wo Versteinerungen vorhanden sind, bieten dieselben bei der Vergleichung der einzelnen Lokalitäten sehr gute Anhaltspunkte; ferner liefern sie uns nicht zu unterschätzende Winke, die wir bei der schwierigen Frage nach der Entstehung verwerthen können. Ich lasse nun das Verzeichniss aller in der Umgebung von Basel gefundenen Arten folgen:

---

[1]) Zeitschrift des naturwissenschaftl. Vereins in Halle, 1872, pag. 89.
[2]) Bulletin de la Société géol. de France, Band 16, pag. 330.
[3]) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft 1886, pag. 356.

Helix arbustorum Lin.
„ plebeja Drap.
„ sericea Müll. var. glabella St.
„ villosa Drap.
„ circinnata Stud.
„ pulchella Müll.
Hyalina nitidula Drap.
„ fulva Müll.
„ crystallina Müll.
Pupa muscorum Lin.
„ secale Drap.
Zua lubrica Müll.
Cionella acicula Kob.
Succinea oblonga Drap.
„ „ var. elongata.
Chondrula quadridens Drap.
Clausilia triplicata Hartm.
Limnaea peregra Müll.
Planorbis spirorbis Müll.
„ vortex Müll.

Wie aus diesem Verzeichniss zu ersehen ist, sind meistens Landschnecken vorhanden, nur an einzelnen Orten sind Süsswasserschnecken zu finden. Ferner ist zu bemerken, dass jetzt noch alle Spezies lebend vorkommen; das numerische Auftreten der einzelnen Arten aber ist jetzt ein ganz anderes geworden.

Die Zusammensetzung des Lösses betreffend, ist zu erwähnen, dass der Quarz den Hauptbestandtheil bildet. Aus den 2 Analysen ergibt sich ein Kieselsäuregehalt von 70—78 %. Vergleicht man den baslerischen Löss mit den elsässischen Vorkommnissen, so sieht man, dass demselben ein verhältnissmässig hoher Thon- und ein niederer Kalkgehalt eigen ist. Auffallend ist, dass der Kalk an einer Stelle vollständig fehlt. Aehnliche Fälle werden von Köchlin-Schlumberger und Schumacher auch citirt, und es hat Letzterer herausgefunden, dass dieser kalkfreie oder kalkarme Löss nicht als solcher abgelagert worden ist. Vielmehr ist der Kalk erst nachher durch das durchsickernde Wasser weggeführt worden, und zwar hängt die geringere oder weiter fortgeschrittene Entkalkung mit der Neigung der Oberfläche zusammen.

Da der Löss fast überall die diluvialen Bildungen bedeckt, so haben wir ihn als die jüngste Ablagerung der Diluvialzeit zu betrachten. Dass aber der Löss noch mit der Diluvialzeit zusammenhängt und nicht etwa viel später abgesetzt wurde, ergibt sich daraus, dass er in den obersten Lagen des Terrassenkieses in Einlagerungen bereits vorhanden ist.

Ueber die Entstehung des baslerischen Lösses hat sich, wie am Anfang dieser Arbeit bereits bemerkt wurde, schon Peter Merian[1]) dahin ausgesprochen, dass derselbe nur fluviatilen Ursprungs sein könne. Die Deutung des Lösses als Ablagerung in einem Süsswassersee musste wegen der vielen Landschnecken bald aufgegeben werden. Es wurde in Folge dessen der Löss als Hochfluthschlamm angesehen. Das feine Material betrachtete man als Aus- und Abschwemmungsprodukt der Gletschermoränen. Dieser Ansicht haben sich bald viele Geologen angeschlossen, und es ist dieselbe im Laufe der Zeit noch besser begründet worden. So hat Sandberger[2]) den Hochfluthschlamm des Maines untersucht und gefunden, dass unter den Schneckenschalen diejenigen von Landconchylien viel häufiger sind als diejenigen von Süsswasserschnecken. Von 52 Spezies waren 38 Land- und 18 Süsswassermollusken und zwar 10,747 Exemplare Land- und 69 Exemplare Süsswasserschnecken. Beim Rheinlöss ist ungefähr das gleiche Verhältniss vorhanden, ein Grund mehr, denselben als Hochfluthschlamm zu deuten.

Als ein Beweis gegen die fluviatile Entstehung des Lösses ist schon oft der Mangel an Schichtung hervorgehoben worden. «Dagegen muss aber nach Wahnschaffe[3]) eingewendet werden, dass eine Schichtung von Sedimenten nur dann eintreten kann, wenn ein stetiger Wechsel in der Stromgeschwindigkeit des Wassers stattfindet, von welchem sie fortgeführt werden.» «In einem ruhigen Landsee müssen sich die Sedimente stets schichtenweise absetzen, weil sich sowohl ihre Beschaffenheit als auch ihre Menge in den verschiedenen Jahreszeiten, ja schon bei jedem starken Regengusse stetig ändert. Anders jedoch gestalten sich die Erscheinungen in einem Wasser, welches wenigstens zeitweise eine annähernde kon-

[1]) Bericht über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel 1844, VI. Band, pag. 56, Darstellung der geol. Verhältnisse des Rheinthales bei Basel 1856.

[2]) Fr. Sandberger, Ueber Ablagerungen der Glacialzeit und ihre Fauna bei Würzburg.

[3]) Wahnschaffe, Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft 1886 pag. 363.

stante Stromgeschwindigkeit besitzt oder wo das fortgeführte Material durch dieselbe bereits einen bestimmten Schlämmprozess erfahren hat, so dass seine Korngrösse nur zwischen engen Grenzen sich bewegt. In einem solchen Fall wird beim Absatz keine Schichtung eintreten».

Einen weitern Beweis für den fluviatilen Ursprung des baslerischen Lösses bieten die früher beschriebenen Lösslinsen im obersten Theil des Terrassenkieses.

Bezüglich der Verbreitung des Lösses ist die Thatsache auffallend, dass er an den Thalhängen manchmal ziemlich hoch hinaufgeht. Die am höchsten gelegene Lössstelle bei Basel befindet sich auf dem Bruderholz bei 390 m., während das Niveau des Rheins 253 m. beträgt. Es ergibt sich somit eine Niveaudifferenz von 137 m., während dieselbe bei Strassburg 170 m. beträgt [1]). Nun kann man sich wohl kaum vorstellen, dass ein Fluss, in Folge von Hochwasser, so mächtig werden konnte, um vom jetzigen Niveau in solcher Höhe Absätze zu bewerkstelligen. Wir müssen vielmehr mit Sandberger annehmen, dass das damalige Bett des Rheins noch nicht so tief erodirt war und dass dann die grossen Wassermassen, die beim Abschmelzen der Gletscher sich bilden mussten, im Stande waren, Löss in solcher Höhe abzusetzen. Gerade der Umstand, dass der Löss in der oberrheinischen Tiefebene *überall* hoch hinaufgeht, deutet doch darauf hin, dass der Rhein bei der Bildung dieser Ablagerung thätig gewesen ist.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass wir den baslerischen Löss als Hochfluthschlamm anzusehen haben. Das feine Lössmaterial haben wir als Aus- und Abschwemmungsprodukt der vielen Moränen zu betrachten, die am Ende der Glacialzeit noch unbedeckt und vegetationslos waren. Durch die kleinen Gewässer wurde der Schlamm dem Hauptfluss zugeführt und durch diesen bei Ueberschwemmungen abgesetzt. Eine Eigenthümlichkeit des Lösses, seine immer gleich bleibende, staubartige Zusammensetzung erklärt sich hiedurch sehr leicht. Das Material, das durch die kleinen Bäche dem Hauptfluss zugeführt wurde, war von verschiedener Korngrösse. Allein im Hauptfluss vermochten sich nur die kleinsten und feinsten Partikelchen schwimmend zu erhalten, die grössern Körner sanken auf den Boden und wurden dort weiter geführt. Durch den Hauptfluss wurde somit

---

[1]) Schumacher, die Bildung und der geologische Aufbau des oberrhein. Tieflandes.

eine Trennung des zugeführten Materials in eine ganz feine, staubartige Masse und in eigentlichen Sand und Kies vorgenommen. Bei Ueberschwemmungen gelangte eben nur das feine, im Wasser schwimmende Material auf dem überschwemmten Gebiete zum Absatz, während die gröbern Theile (Sand und Geröll) sich im Flussbett absetzten.

---

2. Der Löss im st. gallischen Rheinthal.

Wie bereits in der historischen Einleitung dieser Arbeit erwähnt wurde, ist auch im st. gallischen Rheinthal Löss beobachtet worden, von dem Escher[1]) sagt, dass derselbe petrographisch ganz mit dem wahren Löss des untern Rheinthals übereinstimme. Diese Lössstellen befinden sich in der Umgebung von Atzmoos, Wartau und Trübbach.

Die oberste Lokalität ist in der Nähe von Trübbach am Schollberg. Der Löss lagert hier auf einem dunklen Kalkstein, der in einem grossen Steinbruch ausgebeutet wird. Dadurch ist der Löss zwischen der alten und neuen Schollbergstrasse aufgeschlossen worden. Die absolute Höhe der neuen Schollbergstrasse beträgt ungefähr 480 m. während die alte Strasse 40—50 m. höher liegt. Im Niveau der alten Strasse ist durch Escher noch Löss beobachtet worden, so dass derselbe hier 50 m. über das jetzige Niveau des Rheins hinaufgeht.

Der Löss besteht aus einem feinen, staubartigen, schmutziggelben Material, in dem viele weisse Glimmerschüppchen zu sehen sind. Feine Röhrchen, nach allen Richtungen verlaufend, sind mit einer weissen Masse ausgefüllt. Schichtung ist nicht wahrzunehmen. Die Mächtigkeit beträgt etwa 10 m. Lösskindchen fanden sich hier keine, dagegen sind Schneckenschalen nicht selten. Folgende Arten haben sich hier gefunden[2]).

Helix arbustorum Lin. (3).
„ villosa Drap. (3).
„ obvoluta Müll. (2).
„ circinnata Stud. (2) *.
„ plebeja Drap. (1) *.
„ pulchella Müll. (2).

---

[1]) Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1856, pag. 2471.

[2]) * Sind Arten, die von Escher nicht gefunden worden sind, die ich aber dort gesammelt habe.

Patula ruderata Stud. (3).
„ rotundata Müll. (2) *.
Hyalina nitens Mich. (2) *.
„ fulva Müll. (2).
„ nitidosa Fer. (2).
Bulimus montanus Drap. (2).
Zua lubrica Müll. (3).
„ „ var. pulchella St. (1).
Clausilia dubia Drap. (1).
Pupa dolium Dr.
„ bigranata Rssm.
„ secale Drap.

Weitaus die häufigste unter allen Arten ist die Patula ruderata Stud.

«Vom Schollberg an den Bergfuss rheinabwärts verfolgend, erwartet man in der nahen Bucht von Atzmoos die Fortsetzung dieses Lösses zu finden; es ist in ihr jedoch noch keiner bekannt», schreibt Escher von der Linth [1]). Es ist mir nun gelungen, den hier erwarteten Löss, im nördlichen Theile der Bucht, am Abhang gegen die Ebene von Atzmoos, an verschiedenen Stellen aufzufinden. Eine Stelle, an welcher der Löss durch einen Hohlweg aufgeschlossen ist, erinnert auffallend an ähnliche Vorkommnisse im baslersichen und elsässischen Löss.

Die Ablagerung besteht aus der gleichen, feinen, staubartigen, lichtgelben Masse, welche so fest ist, dass einige Meter hohe, senkrechte Wände gebildet werden können. Schichtung ist nicht wahrzunehmen; ferner sind, wie am Schollberg, viele kleine, weisse Glimmerschüppchen vorhanden. Auch die Schneckenschalen finden sich in der gewohnten Häufigkeit, wie das nachfolgende Verzeichniss zeigt.

Helix arbustorum Lin. (3).
„ villosa Drap. (3).
„ strigella Drap. (2).
„ sericea var. glabella St. (3).
„ plebeja Drap. (2).
„ pulchella Müll. (2).
Patula ruderata Stud. (3).

---

[1]) Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1856, pag. 249.

Hyalina nitidula Drap. (2).
„ fulva Müll. (2).
Zua lubrica Müll. (2).
Bulimus montanus Drap. (1).
Pupa secale Drap. (1).
Clausilia spec. ? (2).

Steigen wir nun von diesen Lokalitäten in die Ebene von Atzmoos hinunter, um die Strasse, welche von Trübbach nach Norden führt, zu erreichen, so gelangen wir dann auf derselben bald in die fruchtbare Ebene von Murris. Es ist diese buchtartige Ebene gegen Süden zu offen und gegen Norden durch den Major- und Minorberg abgeschlossen. Escher hat im Norden von dieser Bucht zwischen den beiden vorhingenannten Bergen 2 Lössstellen beobachtet. Wie sich nun aber aus dem Folgenden ergeben wird, hat der Löss in dieser Bucht eine allgemeine Verbreitung. Es ist auch ganz begreiflich, dass der Löss in dieser Bucht wie in derjenigen von Atzmoos fast überall zum Absatz gelangt ist. Es stellen diese Ebenen wirklich etwas vom Hauptstrom entfernte, geschützte Buchten dar, in welchen das Wasser langsam die Ufer bespülte und so den Löss leicht absetzen konnte.

Wenn man den westlichen Abhang, welcher sich zur Ebene von Murris hinabsenkt, etwas genauer ansieht, so bemerkt man, dass derselbe schön terrassirt ist. Es lassen sich 3 besonders hervortretende Terrassen sehr deutlich unterscheiden.

An diesem westlichen Abhang sind mehrere Lössaufschlüsse vorhanden. Einen solchen trifft man ganz nahe bei Murris an der Strasse nach Fontenas. Verfolgt man die Strasse weiter bergaufwärts, so hat man Gelegenheit noch einige kleinere Aufschlüsse zu beobachten. Die höchst gelegene Lössstelle liegt dicht unterhalb dem Dorfe Fontenas, etwa 60—70 m. über der Thalsohle.

Eine weitere, nicht gerade leicht zugängliche Stelle findet sich am Südende dieser Bucht von Murris. Durch anstehende Felsen, auf welchen der Löss ruht, wird ein fast senkrechter Steilabsturz gebildet; in Folge dessen konnte ich nur die obern Partieen etwas genauer ansehen. Immerhin war leicht zu constatiren, dass hier wieder typischer Löss vorhanden ist, der eine ziemlich bedeutende Mächtigkeit erlangt (6—8 m.).

Die zwei Lössstellen, welche von Escher beobachtet worden sind, liegen im nördlichen Theil der Bucht von Murris, am Fusse des Minorberges (Hohlweg) und zwischen dem Major- und Minorberg. Besonderes

Interesse bietet die letztgenannte Stelle, weil der Löss hier auf erratischem Material aufliegt. Diese Lagerung beweist uns, dass der Löss erst nach der Ablagerung des Erraticums abgesetzt worden und somit jünger ist. Die Stelle liegt etwa 15—20 m. höher als die Thalebene, die hier theilweise tiefer liegt als das Bett des Rheins. Zum ersten Mal trifft man hier eigentliche Lösskindchen, die aber immer etwas klein bleiben. Petrographisch gleicht hier der Löss dem der andern Stellen, nur besitzt er etwas weniger Festigkeit.

Ueber die einzelnen Bestandtheile, aus denen sich diese Ablagerung zusammensetzt, gibt die chemische Analyse[1]) die nöthigen Aufschlüsse. Den Hauptbestandtheil bildet auch hier wieder die Kieselsäure, wenn auch die Procentzahl nicht so hoch ist, wie beim baslerischen Löss. Der Thongehalt ist so ziemlich gleich, während sich der st. gallische Löss durch einen grössern Kalkgehalt auszeichnet.

In diesem Einschnitt zwischen Major- und Minorberg haben sich folgende Schnecken gefunden:

Helix arbustorum Lin. (3).
„ hortensis Müll. (1) ?
„ villosa Drap. (3).
„ sericea Müll. var. glabella St. (3).
„ pulchella Müll. (2).
* Helix obvoluta Müll. (2).
Patula ruderata Stud. (3).
„ rotundata Müll. (3).
Hyalina fulva Müll. (2).
* „ crystallina Müll. (2).
* „ cellaria Müll. (2).
„ nitens Mich. (2).
„ nitidula Drap. (2).
* „ depressa Sterki (1).
* Pupa muscorum Lin. (2).
„ secale Drap. (3).
* Chondrula quadridens Drap. (1).
Zua lubrica Müll. (3).
Bulimus montanus Drap. (2).
* „ obscurus Drap. (1).

---

[1]) Siehe pag. 154.

Succinea oblonga Drap. (1).
Clausilia spec. ?

Steigt man nun von diesem Einschnitt auf den Majorberg hinauf, so bemerkt man, dass der östliche Abhang dieses Berges sehr schön terrassirt ist. Vom Gipfel bis zum Einschnitt hinunter kann man deutlich 8 Stufen unterscheiden. Die Abstürze von einer Terrasse zur andern sind gewöhnlich sehr steil und betragen 2—15 m. An einer Stelle, mitten in einem Steilabsturz kommt der anstehende Fels zum Vorschein, während sonst der ganze Abhang mit Gras bewachsen ist. Auf der obersten Terrasse, die etwa 80 m. höher liegt als die Thalebene, habe ich zwei kleine Anschürfungen gefunden, welche mir mit aller Bestimmtheit zeigten, dass hier Löss vorhanden ist. Etwa 10 m. tiefer war auch noch ein kleiner Lössaufschluss zu sehen. Der Löss in diesen Anschürfungen stimmt mit demjenigen im darunterliegenden Einschnitt vollständig überein. Trotzdem diese Aufschlüsse klein sind, habe ich doch 7 Arten, meistens charakteristische Lössschnecken, gefunden. Es sind die kleinen Aufschlüsse besonders erwähnt worden, weil in der dortigen Gegend der Löss sonst nirgends so hoch hinaufgeht, und weil ihr Vorkommen auf den Terrassen einigen Aufschluss über die Entstehung der Ablagerung zu geben im Stande ist.

Wohl eine der besten Lösssstellen des st. gallischen Rheinthales befindet sich am nordöstlichen Fusse des Minorberges. Von der Hauptstrasse aus, die von Trübbach nach Sevelen führt, ist die Stelle leicht sichtbar und von derselben nur etwa 200 m. entfernt. Ich habe deshalb diese Lokalitäten «Hauptstrasse» genannt. Der Löss, mit einer sichtbaren Mächtigkeit von 5 m., ruht direkt auf dem anstehenden Gestein. Die petrographischen Eigenschaften sind dieselben wie an den andern Orten. Besonders zu erwähnen ist die Thatsache, dass Lösskindchen sehr häufig sind. Auf den etwas ebenen Felsentheilen liegen halb verwitterte Konkretionen in grosser Menge umher, aber auch hier werden dieselben nicht so gross wie im baslerischen Löss. Im ersten Augenblick glaubt man etwelche Schichtung wahrzunehmen. Dies rührt aber nur von der verschiedenen Färbung her; eigentliche Schichtung ist auch hier nicht vorhanden. Bedeckt ist der Löss, wie an allen andern Orten des st. gallischen Rheinthales, mit Ackererde, von der er sich durch seinen eigenthümlichen Habitus sehr deutlich

*) Sind Arten, die von Escher nicht gefunden worden sind, die ich aber dort gesammelt habe.

abhebt. Die Schnecken sind, wie das nachfolgende Verzeichniss zeigt, recht häufig; ausserdem habe ich hier noch einige verkohlte Stengelstücke gefunden.

Helix arbustorum Lin. (2).
„ circinnata Stud. (2).
„ villosa Drap. (2).
„ sericea Müll. var. glabella St. (3).
„ pulchella Müll. (3).
Hyalina crystallina Müll. (1).
„ nitidula Drap. (3).
„ nitens Mich. (1).
„ fulva Müll. (3).
Patula ruderata Stud. (3).
Pupa muscorum Lin. (3).
„ secale Drap. (2).
Zua lubrica Müll. (3).
Bulimus montanus Drap. (1).
Clausilia spec. ? (2).

Die letzte, mir bekannte und bereits von Escher[1]) beobachtete Lössstelle liegt bei der Ziegelhütte von Sevelen. Der Löss, der sich hier in ähnlichen Verhältnissen wie am Schollberg vorfindet, muss früher die Spalten des anstehenden Gesteins ausgefüllt haben. Jetzt ist das nur noch in beschränktem Maass der Fall, indem nur noch äusserst geringe Ueberreste von Löss vorhanden sind. Immerhin haben sich auch hier wieder die typischen Schneckenschalen gefunden, allerdings nicht in so grosser Menge, wie in den nun besprochenen Aufschlüssen des st. gallischen Rheinthales[2]).

Zählt man nun die verschiedenen kleinern und grössern Aufschlüsse zusammen, so ergibt sich, dass der Löss im st. gall. Rheinthal an 15 Orten beobachtet werden kann. Die meisten Stellen gehören entweder zur Bucht von Murris oder zu derjenigen von Atzmoos. Der höchst gelegene Aufschluss findet sich auf der obersten Terrasse des Majorberges etwa 80 m. über der Thalebene.

Die Mächtigkeit ist ziemlich verschieden, sie beträgt wohl kaum mehr als 5—8 m.

---

[1]) Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1856, pag. 250.

[2]) Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1856, pag. 252.

Petrographisch ist der Löss überall gleich. Er besteht aus einer sehr feinen, staubartigen, schmutziggelben Masse. Besonders kennzeichnend sind die kleinen, weissen Glimmerblättchen, die hier zahlreich vorhanden sind. Wurzelartige, nach allen Richtungen sich verzweigende, dünne Röhrchen, die mit einer weissen Masse angefüllt sind, finden sich sehr oft. Schichtung fehlt durchweg. Der Löss ist hier eben so feinkörnig wie bei Basel und im Elsass. Lösskindchen sind nicht überall vorhanden, und da, wo sie sich finden, sind sie gewöhnlich etwas kleiner als im übrigen Rheinlöss. Es hängt dies wahrscheinlich mit dem Umstande zusammen, dass der Löss hier weniger ausgelaugt worden ist.

Wie sich aus den verschiedenen Verzeichnissen ergibt, sind die Schnecken, welche alle zu den Landmollusken gehören, in bedeutender Anzahl vorhanden. Die Schnecken zeigen uns sehr deutlich, dass zu der Zeit, als der Löss abgelagert wurde, ein kälteres Klima geherrscht haben muss, da gerade einzelne recht typische Arten jetzt dem Gebirge angehören und nur in Höhen von 1500 m. und darüber vorkommen. Weitaus die häufigste von allen Arten ist die Patula ruderata Stud., die ganz entschieden auf ein kälteres Klima hinweist.

Die Bedeckung des Lösses besteht durchweg in Ackererde, während die Unterlage nicht überall die gleiche ist. Vielerorts ruht der Löss auf anstehendem Gestein und an einer Stelle auf erratischem Material. Diese letztere Stelle gibt uns einen wesentlichen Anhaltspunkt für die Altersbestimmung. Es ergibt sich hieraus, dass der Löss erst nach Ablagerung des erratischen Schuttes, also erst nach Rückzug des Rheingletschers, hat abgesetzt werden können. Und zwar hat der Absatz des Lösses bald nach dem Rückzug des Rheingletschers stattfinden müssen, da ja die Schnecken mit aller Bestimmtheit auf ein Klima, wie es sich am Ende der Glacialzeit gestaltet haben mag, hinweisen.

Die Entstehung des st. gallischen Lösses ist jedenfalls in gleicher Art und Weise vor sich gegangen, wie diejenige des Rheinlösses überhaupt. Auch hier betrachte ich die Ablagerung als Hochfluthschlamm und diesen als Aus- und Abschwemmungsprodukt der vielen Moränen. Die Gründe für die fluviatile Entstehung des Lösses, die für den baslerischen Löss angeführt worden sind, gelten auch für diese Lokalitäten. Ich will deshalb nur einzelne Erscheinungen erwähnen, die mir den fluviatilen Ursprung dieser Ablagerung besonders zu beweisen scheinen.

Weitaus die meisten Lösstellen befinden sich in zwei ausgesprochenen Buchten, in welchen das Hochwasser, abseits vom Hauptstrom, langsam umherfloss und so den Löss leicht absetzen konnte.

Ferner treffen wir sehr viele Aufschlüsse auf ausgesprochenen Terrassen, welche wohl kaum anders als durch die Thätigkeit des Wassers entstanden sein können. Es ist daher leicht erklärlich, dass der Fluss, der das Thal immer tiefer erodirte, bei Hochwasser höher gelegene Terrassen überschwemmte und auf denselben Löss ablagerte. Die Erhebung der höchsten Lössstellen über das jetzige Niveau des Rheins ist ja viel geringer als bei Basel und im Elsass.

---

3. Der Löss bei Aarau.

Wie sich aus der Karte in der schon früher erwähnten Arbeit von Mühlberg[1]) ergibt, findet sich der Löss hauptsächlich auf den beiden obersten Terrassen und noch höher im Oberholz. Ausserdem trifft man eine Lössstelle am Abhang des Oberholzes in der Nähe der Strasse, welche von Aarau nach Schönenwerd führt. Zwei fernere Aufschlüsse sind in der Gegend der Wöschnau und von Schönenwerd bekannt. Die vertikale Verbreitung des Lösses betreffend, ist zu bemerken, dass die höchstgelegene Stelle sich im Oberholz vorfindet. (468). Es soll zwar auch noch der Nebenberg (485 m.) mit Löss bedeckt sein[2]). Es ist mir aber nirgends gelungen, den Löss dort mit Sicherheit nachzuweisen. Die andern Stellen sind tiefer, auf alten Flussterrassen gelegen.

Am besten ist der Löss im Oberholz durch einen Steinbruch aufgeschlossen worden, wo er in einer Mächtigkeit von 6 m. dem anstehenden Gestein aufgelagert erscheint. Wie im Rheinlöss fehlt auch hier jegliche Schichtung. Die Festigkeit dieser Ablagerung und damit zusammenhängend auch die Fähigkeit, senkrechte Wände zu bilden, stimmt mit den baslerischen Vorkommnissen überein. Auch die vielen feinen, wurzelähnlichen Röhrchen sind hier in der gewohnten Art und Weise vorhanden. Soviel sich durch makroskopische Beob-

---

[1]) Programm der aargauischen Kantonsschule 1885.

[2]) Mündliche Mitheilung von Prof. Mühlberg.

achtung erkennen lässt, stimmt auch die Korngrösse dieser Ablagerung mit derjenigen des Rheinlösses überein. Der aargauische Löss besteht auch wieder aus einer sehr feinen, staubartigen, leicht zerreibbaren röthlichbraun gefärbten Masse. Die nähere Zusammensetzung ergibt sich aus der Analyse (siehe pag. 154). Es zeigt dieselbe, dass der Löss bei Aarau mit dem Rheinlöss fast vollständig übereinstimmt. Kieselsäure, Thonerde und kohlensaurer Kalk bilden auch hier wieder die Hauptbestandtheile. Lössschnecken sind an dieser Stelle recht häufig. Folgende Arten habe ich hier gesammelt:

Helix arbustorum Lin. (2)
„ sericea Müll. var. glabella St. (3)
„ villosa Drap. (3)
Hyalina nitidula Drap. (1)
„ fulva Müll. (2)
„ crystallina Müll. (2)
Succinea oblonga Drap. (3)
„ „ var. elongata (3)
Pupa muscorum Lin. (3)
Zua lubrica Müll. (2)
Clausilia spec? (2)

Wie sich aus diesem Verzeichniss ergibt, stimmt die Fauna des Lösses bei Aarau mit derjenigen bei Basel vollständig überein. Weitaus die häufigsten Spezies sind an beiden Orten: Succinea oblonga Drap., Succ. oblonga Drap. var. elongata, Pupa muscorum Lin., Helix sericea Müll. var. glabella St. Der Erhaltungszustand ist wie an den andern Orten ein sehr guter.

Die Bedeckung des Lösses besteht in Ackererde, die aus den obern Theilen dieser Ablagerung hervorgegangen ist. Es ist eigenthümlich, dass sich auf dem Löss im Oberholz und bei Schönenwerd viele Alpenerlen befinden, während dieselben sonst in der Umgebung fehlen[1]). Die Unterlage des Lösses ist verschieden, im Oberholz ruht er auf anstehendem Gestein und anderwärts auf Terrassenkies. Der Löss ist somit auch hier die jüngste Ablagerung, die, wie die entsprechenden im Rheinthal, am Ende der Glacialzeit abgesetzt worden ist.

Prof. Mühlberg schreibt dem Löss aërische Bildung zu, weil die Ablagerung ungeschichtet ist, und weil er es als eine Unmöglichkeit

[1]) Ueber die erratischen Bildungen im Aargau, von Professor Mühlberg, 1869, pag. 257.

erachtet, dass zu jener Zeit ein Fluss so mächtig gewesen sei, dass derselbe von der Suhrfeldterrasse aus (395 m.) das obere Ende des Lösses im Oberholz (468 m.) hätte erreichen können.

In erster Linie ist demgegenüber zu bemerken, *dass das Fehlen von Schichtung nicht als ein Beweis gegen die fluviatile Entstehung des Lösses angesehen werden kann.*

Jentsch[1]) führt den Mangel an Schichtung auf die Eigenschaft des Lösses, im Wasser zu zerfallen, zurück. «Denn wenn heute eine neue Schicht von Löss über den schon bestehenden abgelagert würde, so müssten doch durch das im Wasser eintretende Zerfallen des Lösses die Grenzen beider Schichten vollständig verwischt werden. Sie können nur dann scharf erhalten und überhaupt kenntlich gemacht werden, wenn beide Schichten eine *wesentlich verschiedene Korngrösse besitzen*». Da nun der Löss gerade durch seine *immer gleichbleibende Korngrösse sich auszeichnet*, ist es sehr begreiflich, wenn *keine* Schichtung wahrzunehmen ist.

Auch Wahnschaffe[2]) bemerkt, wie ich in dieser Arbeit (siehe pag. 129) schon früher angegeben habe, dass man das *Fehlen jeglicher Schichtung nicht* als einen Beweis *gegen* den fluviatilen Ursprung ansehen könne.

Der zweite Einwand, der von Prof. Mühlberg gegen die fluviatile Entstehung des Lösses gemacht wird, besteht in dem Höhenunterschied zwischen dem jetzigen Aareniveau und den höchstgelegenen Lössstellen. Das Niveau der Aare bei Aarau beträgt 370 m., während die höchsten Lössvorkommnisse im Oberholz (468 m.) gelegen sind.

Wie sich nun aus diesen Zahlen ergibt, sind die Höhenunterschiede nicht so gross wie bei Basel (137 m.) und im Elsass (170 m.). Wenn es dort dem Rhein möglich gewesen ist, Löss in solchen Höhen abzusetzen, so sollte doch auch ein Gleiches von der Aare erwartet werden können.

Zudem ist ja der Löss bei Aarau hauptsächlich auf Flussterrassen abgelagert. Gerade diese Lagerung deutet doch darauf hin, dass der Löss durch einen Fluss hier abgesetzt worden ist, und dass wir denselben auch hier als Hochfluthschlamm zu deuten haben. Der Ursprung des feinen Lössmateriales ist in der erratischen Schuttbedeckung des Hügellandes und in den vielen Moränen zu suchen, die damals noch vegetationslos und den Atmosphärilien ausgesetzt waren.

---

[1]) Zeitschrift von dem naturwissenschaftl. Verein in Hall, 1872, pag. 54.

[2]) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, 1886, pag. 363.

Wenn wir die Ablagerungen bei Basel, bei Aarau und im st.-gallischen Rheinthal mit einander vergleichen, so sehen wir, dass dieselben gut mit einander übereinstimmen, wenn sie auch in einzelnen unbedeutenden Punkten von einander abweichen.

Der Löss zeigt sich überall als dieselbe sehr feine, staubartige, gelbliche bis gelblichbraune Masse. Im st.-gallischen Löss sind die Glimmerschüppchen in etwas grösserer Menge vorhanden.

Die Zusammensetzung betreffend, ersehen wir aus den Analysen, dass die Unterschiede zwischen den einzelnen Lokalitäten gering sind. Der st.-gall. Löss enthält etwas mehr kohlensauren Kalk, dafür weniger Kieselsäure. Es ist aber begreiflich, dass bei Ablagerungen, die so weit von einander entfernt sind, die Zusammensetzung sich etwas ändert. Ausserdem ist der kohlensaure Kalk Veränderungen besonders ausgesetzt.

Die geringe Korngrösse, das damit zusammenhängende homogene Aussehen, das Fehlen jeglicher Schichtung ist überall zu beobachten.

Conchylien sind an allen Lokalitäten häufig und verweisen oft auf ein kälteres Klima.

Die Ablagerungen bei Basel und bei Aarau stimmen in dieser Beziehung vollständig überein; der st.-gallische Löss hingegen enthält nicht ganz dieselben Arten. Die häufigsten Arten bei Basel und Aarau sind:

Helix arbustorum Lin.
„ villosa Drap.
„ sericea Müll. var. glabella St.
„ pulchella Müll.
Zua lubrica Müll.
Pupa muscorum Lin.
Succinea oblonga Drap.
„ „ var. elongata.

Im st.-gall. Rheinthal sind folgende Arten allgemein häufig:

Helix arbustorum Lin.
„ villosa Drap.
„ sericea Müll. var. glabella St.
„ pulchella Müll.
Hyalina nitidula Drap.
„ fulva Müll.
Patula ruderata Stud.
Zua lubrica Müll.
Pupa muscorum Lin.

Aus dieser Zusammenstellung und aus der auf Seite 153 befindlichen Tabelle ist ersichtlich, dass die Unterschiede hauptsächlich darin bestehen, dass die bei Basel und Aarau so häufigen Succinea oblonga Drap. und elongata im st.-gall. Löss selten sind, während die Patula ruderata Stud., die im st.-gall. Löss sehr häufig ist, bei Basel und Aarau gänzlich fehlt. Diese Thatsache darf uns nicht so sehr auffallen, indem zu der Zeit, als diese Ablagerungen sich bildeten, ganz gut solche klimatische Unterschiede vorhanden gewesen sein konnten, um in der angegebenen Weise die Fauna zu verändern. Den Uebergang finden wir in den bernischen Lokalitäten, die nicht so weit von den Hochalpen entfernt sind und die Patula ruderata Stud. und Succ. oblonga Drap. in ungefähr gleicher Häufigkeit enthalten.

Das Alter des hier in Betracht kommenden Lösses ist überall dasselbe; es ist der Löss am Ende der Gletscherzeit abgelagert worden, worauf Stratifikation und Fossilien hinweisen.

Den Löss haben wir überall als Hochfluthschlamm anzusehen, der ausgeschwemmt worden ist aus den Moränen und aus der erratischen Schuttbedeckung des Landes.

Aus dieser Zusammenstellung ersehen wir, dass der baslerische und aargauische Löss vollständig mit einander übereinstimmen, während der st.-gall. Löss in Bezug auf die Fossilien etwas abweicht; dessen ungeachtet ist er gerade so gut wie die Ablagerungen bei Basel und Aarau zum ächten Rheinlöss zu rechnen.

II. Lössähnliche Bildungen im Kanton Bern.

Wie in der Einleitung erwähnt worden, ist der Löss im Kanton Bern erst vor einigen Jahren beobachtet worden. Die Ablagerungen bei Basel, bei Aarau und im st.-gallischen Rheinthal stimmen unter sich und mit dem elsässischen Löss recht gut überein. Gleich von Anfang will ich nun aber bemerken, dass das beim bernischen Löss nicht der Fall ist, *wesshalb man die bernischen Vorkommnisse besser als lössähnliche Bildungen bezeichnet.* Es haben dieselben in Folge von Tuffeinlagerungen einen wesentlich andern Habitus. Nur eine einzige Lössstelle macht davon eine Ausnahme, und diese soll nun zuerst betrachtet werden. Dieser Aufschluss findet sich in der Nähe

von Kosthofen. [1]) Der Löss besteht hier aus einem sehr feinen, mehr sandigen Material von lichtgelber Farbe. Das Sediment zeigt äusserst feine Schichtung, ist zwischen den Fingern noch zerreibbar, besitzt aber doch eine grössere Festigkeit als der Rheinlöss. Lösskindchen sind häufig, allein Gestalt und Vorkommen sind eigenthümlich. Diese Konkretionen sind meistens flachgedrückt und zeigen einfachere Formen als diejenigen des Rheinlösses. Ferner finden sie sich nicht im Löss zerstreut, sondern lagenweise angeordnet. Es ist eine 10 — 15 cm. mächtige Schicht vorhanden, welche nur aus solchen Konkretionen besteht; daraus ist wohl zu ersehen, dass diese Lösskindchen nicht, wie beim Rheinlöss, erst nach Absatz dieser Ablagerung sich gebildet haben, sondern in dieser Form in den Löss eingeschwemmt worden sind. Diese lössähnlichen Gebilde sind jedenfalls durch Wasser abgesetzt worden, wie dies ja die feine Schichtung deutlich genug zeigt. Ich glaube aber nicht, dass wir diese Ablagerung wie den Rheinlöss als Hochfluthschlamm aufzufassen haben. Ich bin vielmehr der Ansicht, dass der Löss von Kosthofen, ähnlich wie Sand und Kies, sich in einem Flusse gebildet hat. Das schichtenweise Vorkommen der Konkretionen und die feine Schichtung der Ablagerung überhaupt beweisen uns, dass hier die gleichen Faktoren thätig gewesen sind, wie bei der Bildung von Sand- und Kiesbänken.

Die andern bernischen lössähnlichen Ablagerungen sind durch Hrn. Prof. Baltzer [2]) beschrieben worden.

Die Verzeichnisse der Schneckenschalen sind bis jetzt nur von 3 Stellen veröffentlicht worden. In den Listen, die nachher folgen werden, sind nicht nur die von mir gesammelten Schnecken, sondern auch diejenigen, welche Hr. Prof. Baltzer gefunden, enthalten.

Lössähnliche Ablagerung bei Wyl. Diese Stelle befindet sich am sanften Abhang eines bedeutenden Moränenzuges in der Nähe vom Dorfe Wyl. Der Aufschluss ist ziemlich gross, weil der Löss, in Formen gebracht und getrocknet, wie Backsteine verwendet wird. Die Ablagerung zeigt sich hier als eine grau bis weiss gefärbte Masse mit bedeutenden Tufflagen. Tuff und Löss sind eng unter einander verbunden, indem die verschiedenen Höhlen, welche der Tuff offen lässt, mit Löss angefüllt sind. Die Korngrösse ist sehr ungleich. Ueber die

[1]) Dr. v. Fellenberg, Mittheilungen der bernischen naturforschenden Gesellschaft, 1885. I. Heft pag. 34.

[2]) Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft 1885, I. Heft, pag. 26 und II. Heft, pag. 111.

Zusammensetzung geben die Analysen (siehe pag. 154) nähern Aufschluss. Vergleicht man diese Ergebnisse mit den Analysen des Rheinlösses, so sieht man, dass in der Zusammensetzung sich grosse Unterschiede zeigen. Besonders auffallend ist der geringe Gehalt an Kieselsäure gegenüber dem bedeutenden Gehalt an kohlensaurem Kalk. Konkretionen sind ziemlich häufig, werden aber nie so gross wie diejenigen des Rheinlösses. Die Schnecken sind recht häufig; ich führe aber hier nur die Arten an, welche in dem bereits publizirten Verzeichniss noch nicht vorhanden sind:

Helix plebeja Drap. (2).
„ edentula Drap. (1).
„ pulchella Müll. (2).
Patula rotundata Müll (2).
Hyalina crystallina Müll. (2).
„ cellaria Müll. (2).
„ fulva Müll. (1).
„ nitens (Mich). (2).
Succinea putris Lin. (2).
Vitrina diaphana Drap. (2).
Zua lubrica Müll. (3).
Bulimus montanus Drap. (2).
Limnaea truncatula Müll. (1).
Clausilia spec.? Pisidium spec.?

Nach Mousson sind alle Arten jetzt noch in der Schweiz lebend, sie weichen jedoch von den Formen des Tieflandes ab. Sie weisen auf ein Klima, wie wir es jetzt bei 5—7000′ antreffen und sind daher unbedingt in die Gletscherzeit zu verweisen. Wenn wir diese Fauna mit den Schnecken des Rheinlösses vergleichen, so bemerken wir sofort, dass auch hier die Landschnecken bedeutend vorherrschen, dagegen stimmen die einzelnen Arten nicht so gut mit einander überein. Die zwei im Rheinlöss so häufigen Arten, Succ. oblonga Drap. und Pupa muscorum Lin. sind hier nur spärlich oder gar nicht vorhanden.

Lössähnliche Ablagerung bei Höchstetten. Eine zweite Stelle in ganz ähnlichen Verhältnissen findet sich in der Nähe von Höchstetten (730 m.). Die Ablagerung liegt hier auf einer sanft geneigten Fläche. Diese Neigung ist auch in der lössähnlichen Bildung selbst zu sehen, indem einige 4 cm. dicke, durch organische Substanzen schwarz gefärbte Bändchen mit der Oberfläche parallel laufen. Die sichtbare Mächtigkeit beträgt $1^1/_2$—2 m. Im Uebrigen stimmt diese Lokalität mit derjenigen

bei Wyl überein, nur sind die Tufflagen nicht so reichlich vorhanden. Die Schnecken verweisen nach Mousson ebenfalls in die Gletscherzeit.

Lössähnliche Ablagerung bei Walkringen. In der Nähe dieses Dorfes ist ein dritter lössähnlicher Aufschluss zu sehen (750 m.). Der petrographische Habitus ist hier der gleiche wie bei den beiden andern Lokalitäten, es ist dieselbe weisslich graue Masse mit vielen Tufflagen, die, weil sie sehr mächtig sind, hier ausgebeutet werden. Die sichtbare Mächtigkeit von Tuff und lössähnlichem Material beträgt 10 m. Die Korngrösse ist auch hier wieder sehr ungleich. Konkretionen von geringer Grösse sind nicht selten. Auch die Schnecken finden sich in der gewöhnlichen Häufigkeit (siehe hinten Tabelle pag. 43).

Lössähnliche Ablagerung bei Kehrsatz. Da wo die Strasse nach Zimmerwald und nach dem Gurtenthälchen das Dorf Kehrsatz verlässt, befindet sich ein lössähnlicher Aufschluss in einer Mächtigkeit von etwa 9 m. Die Tufflagen sind hier etwas mächtiger als bei Wyl, sie sind aber doch nicht so bedeutend entwickelt wie bei Walkringen. Schichtung fehlt. Die Korngrösse ist ebenfalls sehr ungleich. Konkretionen finden sich reichlich. Unter den zahlreich vorkommenden Schnecken führt Prof. Baltzer 19 Arten an, denen nun noch 7 neue Spezies hinzugefügt werden können:

Helix sericea Müll. var. glabella (2).
„ pulchella Müll. (1).
Hyalina crystallina Müll. (2).
Zua lubrica Müll. (1).
Vitrina diaphana Drap. (1).
Succinea Pfeifferi Rossm. (2).
Limnaea peregra Müll. (1).

Vergleicht man die gesammte Fauna von Kehrsatz mit derjenigen von Wyl und Höchstetten, so ergibt sich nach Hr. Mousson, dass *diejenige von Kehrsatz jünger ist.*

Lössähnliche Ablagerung bei Gummersloch. Grössere Aufschlüsse finden wir in einem Seitenthälchen des Gurtenthales, oberhalb Gummersloch (720—770 m.). Es sind verschiedene Entblössungen vorhanden, weil die meisten Aufschlüsse zur Tuffgewinnung dienen. Es gibt einzelne, wenig mächtige Partieen, die nur aus einer weisslichgrauen, lehmigen Masse bestehen, aber weit mächtiger sind die Tuffbänke. Im Uebrigen stimmt diese Ablagerung mit derjenigen von Wyl, Kehrsatz etc. überein. Der lössartige Lehm ist hier lappenartig an die ziemlich steile Bergflanke angeklebt und scheint direkt auf der Meeresmolasse zu

ruhen. An einer Stelle ist er mit ein wenig Erratikum bedeckt, während sonst die Ackererde die Bedeckung bildet. Im Ganzen haben sich hier 20 verschiedene Schneckenarten gefunden, die mit denjenigen von Wyl und Kehrsatz nicht ganz übereinstimmen, sondern zwischen denselben die Mitte halten (siehe Tabelle hinten pag. 43).

Lössähnliche Ablagerung bei Toffen. Diese Stelle ist sehr bekannt durch die mächtigen Tufflagen, die schon seit vielen Jahren ausgebeutet worden sind. Die Mächtigkeit dieser Tufflagen, die parallel zum Abhang gelagert sind, beträgt mindestens 20 m. In der grossen Grube ist lössartiges Material selten zu sehen, dagegen ist dasselbe ziemlich weiter oben, am Wege nach Obertoffen, in grösserer Mächtigkeit vorhanden. An dieser Stelle sind dem gelblichsandigen Lehm verschiedene grössere und kleinere erratische Blöcke eingelagert, die, wie der Lehm selber, aus den Moränen stammen, die bei Ober-Toffen sehr schön entwickelt sind. Die höchstgelegene Stelle liegt bei 710 m., während der Steinbruch eine absolute Höhe von circa 600 m. besitzt. Es findet sich somit das lössähnliche Material auch hier wie im Gummersloch lappenartig am Berg angeklebt. Die Schnecken, von welchen ich hier 20 Arten gefunden habe, stimmen sozusagen vollständig mit denjenigen von Kehrsatz überein (siehe Tabelle pag. 43).

Lössähnliche Ablagerung bei Münchenbuchsee. Endlich ist noch ein kleiner, lössähnlicher Aufschluss bei Münchenbuchsee beobachtet worden. Die Ablagerung findet sich hier ähnlich wie bei Wyl am Abhang eines Hügels. Nach unten zu werden die Tuffeinlagerungen so mächtig, dass auch hier der Tuff früher ausgebeutet wurde. Prof. Baltzer gibt von dieser Stelle folgendes Profil:

½′ Ackererde.
4′ lichtgelber Löss.
1′ grauer Löss.
5′ Tuff.

Lösskindchen in typischer Form (6—8 cm) sind ziemlich häufig, während die Schnecken eher etwas seltener sind. Immerhin sind auch hier 17 Arten gefunden worden, die am besten mit denjenigen von Kehrsatz und Toffen übereinstimmen (siehe Zahl pag. 43).

Wenn man nun die verschiedenen lössähnlichen bernischen Ablagerungen mit einander vergleicht, so bemerkt man, dass dieselben mit einander sehr gut übereinstimmen. Eine Ausnahme davon macht nur die lössähnliche Bildung von Kosthofen, wesshalb dieselbe auch ganz für sich behandelt worden ist. Die Ablagerungen der übrigen

Lokalitäten zeigen sich immer als weisslichgraue Lehmmassen mit wenig Sand-, aber mit sehr starkem Kalkgehalt. Wie sich aus den Analysen ergibt, ist der kohlensaure Kalk der Hauptbestandtheil; die Kieselsäure tritt ganz bedeutend zurück. Das mag theilweise auch daher kommen, dass der bernische Löss immer Tufflagen in sich schliesst, so dass es wohl unmöglich ist, Löss und Tuff ganz von einander zu trennen. Diese Tufflagen sind es auch, die den bernischen Vorkommnissen einen ganz andern Habitus verleihen.

Die äusserst geringe, gleichmässige Korngrösse, welche dem Löss das homogene Aussehen gibt, ist bei den bernischen Ablagerungen nicht zu finden; dieselbe ist im Gegentheil sehr ungleich.

Schichtung fehlt durchweg, immerhin ist dieselbe an manchen Stellen etwas angedeutet durch Wechsellagerung von etwas verschieden gefärbten Schichten. Konkretionen kommen fast überall zerstreut vor und deuten in keiner Weise auf Schichtung (Ausnahme Kosthofen). Sie sind aber gewöhnlich klein und sind jedenfalls auch hier, ähnlich wie im Rheinlöss, erst nach Ablagerung des Lösses entstanden.

Conchylien sind häufig und verweisen an manchen Stellen ganz entschieden auf die Gletscherzeit. Die Landschnecken herrschen gegenüber den Süsswasserschnecken bedeutend vor. Für die bernischen Vorkommnisse sind besonders folgende Schnecken häufig und kennzeichnend:

Helix arbustorum Lin.
„ fruticum Müll.
„ pulchella Müll.
„ villosa Drap.
„ sericea Müll. var. glabella St.
Hyalina nitidula Drap.
„ nitens Mich.
„ crystallina Müll.
Patula rotundata Müll.
Zua lubrica Müll.
Bulimus montanus Drap.

Die Mächtigkeit ist wegen den vielen Tuffsteinlagerungen schwer zu bestimmen; immerhin ist dieselbe geringer als beim übrigen schweizerischen Löss.

Das Zerfallen des Lösses im Wasser bestätigt sich auch bei den bernischen Vorkommnissen.

Weil an einigen Orten (Wyl, Gummersloch) der lössähnliche Lehm theilweise mit ein wenig Erratikum bedeckt ist, schreibt Hr. Prof. Baltzer demselben interglaciales Alter (im Sinne einer Schwankung während der Glacialzeit) zu, während er den Löss von Kehrsatz als postglacial betrachtet. Dass die Ablagerung dieses Gebildes mit der Gletscherzeit zusammenhängt, das beweisen uns die Conchylien. Ich glaube aber nicht, dass ein wesentlicher Altersunterschied zwischen den verschiedenen bernischen Lokalitäten vorhanden sei, ich halte vielmehr dafür, dass alle bernischen Ablagerungen am Ende der Glacialzeit sich gebildet haben. Wenn nun auch bei Wyl und Gummersloch einzelne erratische Blöcke auf dem Lehm liegen, so können dieselben nachher von höher gelegenen Orten herabgerutscht sein.

Zur Frage der Entstehung übergehend, will ich zuerst bemerken, dass die bernischen Ablagerungen sich nicht an den Hauptfluss, die Aare, halten. Auch die absolute Höhe der verschiedenen Aufschlüsse zeigt keine Uebereinstimmung. Diese beiden Thatsachen scheinen mir schon genügend darauf hinzuweisen, dass der Löss ohne Mithülfe der Aare entstanden ist. Es ist jedenfalls ausser allem Zweifel, dass die bernischen lössähnlichen Gebilde unter Mitwirkung von rinnendem Wasser sich gebildet haben; hingegen ist in der Bildungsweise doch ein bedeutender Unterschied vorhanden zwischen diesen Vorkommnissen und denjenigen im Rheinthal und bei Aarau. Den Rheinlöss hat man schon lang als Hochfluthschlamm gedeutet, und ich habe auch dem Aargauerlöss eine gleiche Entstehung zugeschrieben. Durch diese Annahme kann man sich die gleichmässige Korngrösse und andere Eigenschaften des Lösses leicht erklären. Nun aber fehlt der bernischen Ablagerung diese gleichmässige Korngrösse; es hat somit hier kein Schlämmprozess, wie ich ihn früher beschrieben habe, stattgefunden.

Ein weiterer Grund, den bernischen Löss nicht als Hochfluthschlamm anzusehen, liegt in der lokalen Verbreitung desselben. Wäre dieses Gebilde wirklich durch Hochfluthen abgelagert worden, so müssten grössere Gebiete mit Löss bedeckt sein.

Ich bin vielmehr der Ansicht, dass die Entstehung der lössähnlichen Ablagerung *aller bernischen Lokalitäten*, mit Ausnahme von Kosthofen, sich so vollzogen, wie es Prof. Baltzer[1]) für viele Lokalitäten geschildert hat. Hienach ist der lössähnliche Lehm nichts anderes als ein

[1]) Mittheilungen der bernischen naturforschenden Gesellschaft 1885, III. Heft, pag. 124.

direktes Ab- und Ausschwemmungsprodukt der vielen Moränen, welche sich in unmittelbarer Nähe der verschiedenen Aufschlüsse nachweisen lassen. Alle Lokalitäten befinden sich nicht weit von bedeutenden Moränenwällen entfernt, so dass die Abstammung des Materials nicht schwer nachzuweisen ist. Diese Entstehungsweise erklärt auch sehr leicht alle Eigenschaften der bernischen Ablagerung.

In erster Linie ist begreiflich, dass die einzelnen Lokalitäten sich gar nicht an den Hauptflusslauf halten und dass dieselben in gar verschiedenen Höhen über der jetzigen Thalsohle auftreten können. Die horizontale und vertikale Verbreitung ist hiedurch sehr leicht zu erklären.

Ebenfalls leicht begreiflich ist bei dieser Entstehungsweise das lokale Auftreten und die geringe Ausdehnung der Aufschlüsse.

Die ungleiche Korngrösse ist die *nothwendige* Folge dieser Entstehungsweise. Weil die Abschwemmungsprodukte nicht weit transportirt wurden, konnte begreiflicher Weise keine Scheidung in feineres und gröberes Material stattfinden, in Folge dessen ist die Korngrösse ziemlich verschieden.

Auch die Tuffablagerungen lassen sich bei dieser Entstehungsweise sehr leicht erklären, indem Abschwemmung und Auslaugung nicht ohne einander gedacht werden können. „Mit der Regenwirkung combinirte sich häufig Quellenthätigkeit, wodurch Kalkabsätze in Form von Tuffeinlagerungen und Tuffnestern entstanden“[1]).

Es ist ferner sehr leicht zu begreifen, dass bei dieser Aus- und Abschwemmung der Moränen auch Schneckenschalen mitgerissen und in der lössähnlichen Bildung abgelagert wurden und dass diese verschiedenen Arten fast ausschliesslich Landschnecken angehören.

Wir kommen daher zu dem Schlusse, dass wir die bernischen lössähnlichen Ablagerungen, mit Ausnahme von Kosthofen, als direkte Aus- und Abschwemmungsprodukte der Moränen zu deuten haben.

Wenn wir nun die bernischen lössähnlichen Vorkommnisse mit dem Löss bei Basel, bei Aarau und im st. gallischen Rheinthal vergleichen, so bemerken wir bald, dass die Unterschiede zwischen diesen Ablagerungen ziemlich gross sind.

---

[1]) Mittheilungen der bernischen naturforschenden Gesellschaft 1885, III. Heft, pag. 127.

In erster Linie erhalten die bernischen Vorkommnisse durch Einlagerung von Tuffbänken einen ganz andern Habitus. Dem Umstande, dass man Tuff und Löss-Lehm nicht scharf zu trennen vermag, ist es jedenfalls auch zuzuschreiben, dass der Gehalt an kohlensaurem Kalk so gross ist. Diese Tufflagen geben der bernerischen Ablagerung auch das lichtgelbe Aussehen.

Die gleichmässige, äusserst geringe Korngrösse, welche den schweizerischen Löss kennzeichnet, fehlt dem bernischen Lösslehm. Schichtung fehlt überall.

Konkretionen finden sich auch in der bernischen Ablagerung, wenn dieselben auch etwas kleiner sind als diejenigen von Basel etc.

Conchylien sind mit Ausnahme von Kosthofen häufig, dagegen sind es nicht immer die gleichen Arten, die vorherrschen. Folgende Arten haben an allen schweizerischen Lokalitäten eine allgemeine Verbreitung:

Helix arbustorum Lin.
„ villosa Drap.
„ sericea Müll. var. glabella St.
Helix pulchella Müll.
Hyalina nitidula Drap.
„ crystallina Müll.
Zua lubrica Müll.
Pupa muscorum Lin.

Dagegen habe ich schon früher angeführt, dass die Fauna von Basel nur mit derjenigen von Aarau *vollständig* übereinstimmt, während die st. gallische Ablagerung sich durch das sehr häufige Erscheinen der Patula ruderata Stud. und durch das fast vollständige Fehlen der Succ. oblonga Drap. auszeichnet. Die bernische Ablagerung schliesst sich in der Beziehung mehr an den st. gallischen Löss an.

Das Alter des Lösses betreffend, ist zu bemerken, dass er überall am Ende der Glacialzeit abgelagert worden ist. Der Löss bildet überall die Decke der andern Ablagerungen, er ist somit die jüngste Bildung. Dass die Ablagerung des Lösses und der lössähnlichen Bildungen im Kt. Bern mit der Gletscherzeit zusammenhängt, das beweisen uns die Conchylien. Dem schweizerischen Löss ist von Prof. Brückner [1]) *interglaciales Alter* zugeschrieben worden, weil er auf den soge-

[1]) Die Vergletscherung des Salzachgebietes nebst Beobachtungen über die Eiszeit in der Schweiz, pag. 142—149.

nannten inneren Moränen fehle, und weil der Löss im Salzachgebiet, der auch auf den inneren Moränen fehlt, nachweislich interglacial ist. Dem ist entgegen zu halten, dass die *Ansicht. es fehle der Löss im Gebiete der inneren Moränen in der Schweiz, nicht richtig ist, da alle st. gallischen Lössvorkommnisse im Gebiet der innern Moränen sich befinden. Es ist somit auch der Schluss, "es sei der schweizerische Löss interglacial, nicht richtig.*

Den ächten schweizerischen Löss haben wir *überall als Hochfluthschlamm* anzusehen, welcher aus der erratischen Schuttbedeckung des Landes und aus den Moränen herstammt. Die *lössähnlichen Gebilde* im Kt. Bern sind hingegen *direkte Aus- und Abschwemmungsprodukte der Moränen.*

Wenn man nun schliesslich unsere schweizerischen Ablagerungen mit dem deutschen Löss, speziell mit dem Rheinlöss, vergleicht, so stimmen natürlich nicht alle schweizerischen Lokalitäten in gleichem Masse mit den deutschen Vorkommnissen überein. Der Löss bei Basel, bei Aarau und im st. gallischen Rheinthal besitzt dieselben Eigenschaften wie derjenige im Elsass. Die bernerischen Vorkommnisse weichen hingegen durch die früher angegebenen Eigenthümlichkeiten nicht unwesentlich davon ab. Bei der nachfolgenden Vergleichung lasse ich daher die bernerische Bildung ausser Betracht.

Petrographisch ist der deutsche Löss mit dem schweizerischen Löss identisch; in der chemischen Zusammensetzung sind nur ganz unbedeutende Unterschiede vorhanden. Die äusserst feine Korngrösse, das damit zusammenhängende homogene Aussehen, das Fehlen jeglicher Schichtung besitzt der schweizerische Löss in gleichem Maass wie der deutsche Rheinlöss.

Lösskindchen und Schnecken sind auch im schweizerischen Löss in ganz gleicher Weise eingelagert. Auch in den Arten der Schnecken zeigt der schweizerische Löss eine grosse Uebereinstimmung mit den deutschen Vorkommnissen. Der einzige in der Beziehung nennenswerthe Unterschied besteht darin, dass die im schweizerichen Löss so häufigen Helix sericea Müll. var. glabella St. und Helix plebeja Drap. im deutschen Löss nicht häufig sind und dass umgekehrt die im deutschen Löss so häufige Helix hispida Müll. in der Schweiz selten ist.

Der deutsche Löss wird ebenfalls wie der schweizerische Löss von der Mehrzahl der Geologen als Hochfluthschlamm angesehen, der sich am Ende der Glacialzeit abgesetzt hat.

Fassen wir die wichtigsten Resultate zusammen, zu denen wir gekommen sind, so ergibt sich folgendes:

1. Die Ablagerungen, die man in der Schweiz als Löss bezeichnet hat, sind zu trennen in zwei Gruppen:
   a. In ächten, typischen Löss (Basel, Aarau und st. gallisches Rheinthal);
   b. In lössähnliche Bildungen im Kanton Bern.
2. Der ächte, schweizerische Löss besitzt überall dieselben petrographischen Eigenschaften und ungefähr dieselbe chemische Zusammensetzung.
3. Die Conchylienfauna der verschiedenen Lokalitäten stimmt, ganz wenige Arten ausgenommen, gut mit einander überein.
4. Der schweizerische Löss ist überall glacial.
5. Den typischen, schweizerischen Löss haben wir als Hochfluthschlamm anzusehen, der aus der erratischen Schuttbedeckung des Landes und aus den Moränen herstammt.
6. Der typische, schweizerische Löss stimmt mit dem deutschen Rheinlöss in jeder Beziehung überein.
7. Die bernischen Ablagerungen weichen in petrographischer und chemischer Beziehung und in ihrer Entstehungsweise stark vom typischen, schweizerischen Löss ab, so dass dieselben als *lössähnliche Bildungen* zu bezeichnen sind.
8. Trotzdem sind letztere mit dem typischen Löss in Zusammenhang zu bringen, indem sie sich zu gleicher Zeit gebildet haben, aber unter andern Bedingungen, welche alle Eigenthümlichkeiten der bernischen Vorkommnisse zu erklären vermögen.

	Riehen	Bruderholz	Binningen	Neubad	Hügel b. Muttenz	Aarau	Scholliberg	Brücklirain	Majorberg	Hauptstrasse	Ziegelhütte	Wyl	Höchstetten	Walkringen	Kehrsatz	Gummersloch	Toffen	Münchenbuchsee
Helix arbustorum, Lin.	3	3	3	3	—	2	3	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3
„ fruticum, Müll.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	1	3	2	3	2
„ hortensis, Müll.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	2	—	2	1	3	2
„ sylvatica, Drap.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2	2	3	2
„ pomatia, Lin.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2	—
„ obvoluta, Müll.	—	—	—	—	—	—	2	—	2*	—	—	2	—	1	3	2	2	2
„ personata, Lam.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	2	1	2	1
„ villosa, Drap.	2	2	1	—	—	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3
„ sericea Müll. var. glabella, St.	3	2	3	3	1	3	—	3	3	3	2	2	—	—	2	—	—	2
„ plebeja, Drap.	—	3	—	3	—	—	1*	2	—	—	—	2	2	2	—	—	2	1
„ pulchella, Müll.	2	3	—	3	3	—	2	2	2	3	2	2	3	2	1	—	—	1
„ incarnata, Müll.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
„ circinnata, Stud.	—	—	—	—	—	—	2*	—	—	2	—	2	—	—	—	—	—	—
„ strigella, Drap.	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ edentula, Drap.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	—	—
Hyalina nitidula, Drap.	—	—	1	2	—	1	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3
„ nitens, Mich.	—	—	—	—	—	—	2*	—	2	1	—	2	2	2	2	2	2	2
„ cellaria, Müll.	—	—	—	—	—	—	—	—	2*	—	—	2	—	—	1	2	2	—
„ fulva, Müll.	—	2	1	1	—	2	2	2	2	3	1	1	1	—	—	—	—	—
„ crystallina, Müll.	—	2	2	—	2	2	—	—	1*	1	—	2	2	—	2	2	1	2
Patula ruderata, Stud.	—	—	—	—	—	—	3	3	3	3	3	1	1	1	—	1	—	—
„ rotundata, Müll.	—	—	—	—	—	—	2*	—	3	—	—	2	2	2	2	2	3	2
Bulimus montanus, Drap.	—	—	—	—	—	—	2	1	2	1	—	2	1	3	2	2	2	—
„ obscurus, Drap.	—	—	—	—	—	—	—	—	1*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zua lubrica, Müll.	2	—	—	2	—	2	3	2	3	3	2	2	2	2	1	2	1	1
Vitrina diaphana, Drap.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	1	1	2	—	—
Pupa muscorum, Lin.	3	3	3	3	3	3	—	—	2*	3	—	—	2	—	—	—	—	—
„ secale, Drap.	2	2	—	1	—	—	1	1	3	2	2	—	—	—	—	—	—	—
Chondrula quadridens, Drap.	—	1	—	—	—	—	—	—	1*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Succinea oblonga, Drap.	3	3	—	3	3	3	—	—	1	—	—	1	2	—	1	—	—	1
„ „ var. elongata	3	3	—	2	2	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ Pfeifferi, Rossm.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	2	2	1	—
„ putris, Lin.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—	—
Clausilia plicatula, Drap.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
„ triplicata, Hartm.	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
„ spec.?	2	—	2	—	2	2	2	2	2	2	—	2	—	—	2	2	2	—
Limnaea peregra, Müll.	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	—	—	—
„ truncatula, Müll.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	—	—	—	1	—
Planorbis vortex, Müll.	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ spirorbis, Müll.	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Die Zahlen, welche die numerische Verbreitung angeben, haben folgende Bedeutung:

1 bedeutet: seltenere Arten.
2 „ verbreitete, wenn auch nicht häufige Arten.
3 „ häufige bis ganz gemeine Arten.

* Sind Arten, die von Escher nicht gefunden worden sind, die ich aber an den betreffenden Orten gesammelt habe.

Löss-Analysen

von

	Neubad	Bruderholz	Aarau	St. gall. Rheinthal
CaO	1,81 %	fehlt	5,98 %	13,79 %
CO_2	0,80 %	fehlt	5,67 %	9,10 %
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	16,78 %	18,42 %	18,11 %	16,66 %
SiO_2	71,09 %	78,68 %	61,86 %	54,42 %
P_2O_5	0,11 %	—	9,07 %	0,17 %
Org. Subst.	2,87 %	—	4,56 %	3,23 %
H_2O	1,96 %	—	0,93 %	0,20 %
K_2O	1,30 %	} wurden qualitativ nachgewiesen.		
Na_2O	1,23 %			
Mg	wurde überall qualitativ nachgewiesen.			

Analysen der lössähnlichen Ablagerung von Wyl (Kt. Bern).

	I	II	III *)
Ca O	50,17 %	51,20 %	54,03 %
$C O_2$	39,67 %	40,25 %	41,60 %
$Al_2 O_3$	1,29 %	} 0,60 %	0,35 %
$Fe_2 O_3$	0,50 %		
$Si O_2$	6,39 %	5,65 %	1,84 %
$P_2 O_5$	0,04 %	—	—
Org. Subst.	0,42 %	—	—
$H_2 O$	1,06 %	—	—
$K_2 O$	Spur	—	—
$Na_2 O$	0,05 %	—	—
$Mg_2 O$	0,16 %	—	—

Die Resultate aller Analysen beziehen sich auf bei 110° getrocknete Substanz.

Die Analysen vom Löss bei Basel, bei Aarau und im st. gallischen Rheinthal wurden theils im analytischen Laboratorium des eidgenössischen Polytechnikums unter Leitung von Hrn. Assistent M. Böniger, theils durch mich ausgeführt, während die Analysen von Wyl, auf Veranlassung von Prof. Baltzer, in der schweizerischen agrikulturchemischen Versuchstation in Zürich (Vorstand Dr. Grete) ausgeführt und mir zur Benützung überlassen worden sind.

*) Material von verschiedenen Stellen derselben Lokalität.

Prof. A. Baltzer.

Ueber den
Hautschild eines Rochen aus der marinen Molasse.

(Mit einer Tafel in Lichtdruck.)

(Eingereicht im April 1889.)

Reste von Rochen waren bis jetzt meines Wissens in der schweizerischen Molasse nicht vorgekommen und gehören auch anderwärts zu den Seltenheiten.*) Es war daher ein Stück von Interesse, welches Hr. J. Fankhauser in einem Steinbruch westlich von Mägenwyl (Ctn. Aargau) erwarb und mir für das hiesige naturhistorische Museum übergab. Dass hier Schuppen und nicht Zähne vorlagen, ergab sich aus der Form und der mangelnden Abnutzung. Um nun eine möglichst genaue Bestimmung zu erzielen, liess ich Dünnschliff und Photographien anfertigen und theilte dieselben einigen Kennern fossiler Fische mit, die, auf ein reiches Vergleichsmaterial gestützt, eher in der Lage waren eine Entscheidung zu treffen. Ich gebe im Folgenden die Mittheilungen dieser Herren, denen ich für Ihre Bereitwilligkeit bestens danke.

Hr. Prof. Andreæ in Heidelberg gab mir folgenden Bericht:

«Die aus der Molasse vorliegenden Reste dürften wohl jedenfalls dicke Placoid-Schuppen eines Fisches sein. 4 Schuppen liegen hinter einander und ihre bilateral symmetrische Gestalt deutet an, dass sie der Medianebene des Körpers, also wohl dem Rücken angehörten. Die einzelnen Schuppen greifen am Rande etwas über einander, so dass der vorderste Theil einer Schuppe allemal von der vorhergehenden

*) Vergl. Zittel: Paläontologie, Bd. III. 1. Lfg. pag. 104. — Probst: Beiträge zur Kenntniss der fossilen Fische aus der Molasse von Baltringen in Würtemberg, naturw. Jahreshefte 1882, pag. 121. Am ehesten sind zu vergleichen, wiewohl verschieden genug, Accipenser molassicus, Taf. II, Fig. 3 und Acanthobatis tuberculosus Probst, früher Accip. tuberculosus, Taf. II Fig. 6 u. 7. — Larrazet: Pièces de la peau de Sélaciens, Bull. soc. géol. France, 3 Sér. vol. XIV., pag. 265, Taf. XIII, XV.

bedeckt wird ganz wie beim Stör ; ein derartiges dichtes Zusammenstossen und Uebergreifen der Placoidschuppen kommt meines Wissens nicht bei Selachiern vor. Die ganze Gestalt der Schuppen erinnert am meisten an die mediane Schuppenreihe der Störe, namentlich erinnert auch die kleine dreieckige Schmelzparthie auf dem hinteren Theil der Schuppe an das aus Schmelzsubstanz bestehende, an der gleichen Stelle auftretende zahnartige Höckerchen der Störschuppe.

Beim Vergleich mit den gewöhnlichsten lebenden Störarten zeigte sich ausser der Abweichung in der Gestalt, dass die Oberfläche der lebenden Störschuppen eine andere mehr grubige Skulptur besitzt und dass namentlich bei grossen und alten Stören die Schuppen viel *flacher* sind. Am meisten glichen noch junge Exemplare von Accipenser ruthenus dadurch, dass sie an den Seiten steiler abfallen, mehr übereinander greifen und auch in der Skulptur weniger abweichen. Ein weiterer, jedoch nicht sehr wichtiger Unterschied von den Störschuppen liegt in der viel bedeutenderen Dicke unserer Schuppen.

Während so die äussere Gestalt eine gewisse Aehnlichkeit mit den Stören zeigt, weicht der mikroskopische Befund *in viel höherem Grade ab.* Die Struktur ist eine viel gröbere und vor Allem fallen die grossen, von oben nach unten verlaufenden*) mit dunkeln Eisenerzen erfüllten Dentinkanäle auf, von welchen zahlreiche feine Dentinröhrchen ausstrahlen, welche durchaus in ihrer Gesammtheit an die Vasodentinmasse der Selachierzähne (Lamna, Zygobates etc.) erinnern. Die Schliffe von recenten Störschuppen zeigen ein recht abweichendes Bild.»

Herr A. Smith Woodward vom Kensingtonmuseum in London schreibt mir: «Ich glaube, es liegt höchst wahrscheinlich der Hautschild eines Rochen vor, welcher sich an die schon beschriebenen Genera Acanthobatis und Dynatobatis anschliesst.»

Endlich hatte Herr R. H. Traquair in Edinburg die Güte mir mitzutheilen: «Es scheint mir nicht, dass der vorliegende Rest irgend etwas mit Stör zu thun hat. Es ist derselbe vielmehr der Hautschild eines Selachiers und die mikroskopische Struktur, soweit sie aus der Photographie erkannt werden kann, bestätigt dies.»

Fig. III gibt die Photographie des Dünnschliffes in Lichtdruck reproducirt. Man sieht die je nach der Schnittebene mehr oder

*) Beim Stör stehen sie quer.

weniger langgestreckten Dentinkanäle, welche sich manchmal auch gabeln. Die Schmelzschicht ist beim Schleifen abgefallen. Fig. IV stellt einen einfacheren derartigen, mit Hülfe der camera lucida gezeichneten Kanal dar, mit den von ihm ausstrahlenden feinen Dentinröhrchen und dem gelblich gefärbten Fasergewebe. Das Fehlen von Knochenkörpern und Haversischen Kanälen schliesst höhere Wirbelthiere aus, an die Knochenschilde des Schwanzes von Süsswasserschildkröten (Chelydra) kann daher nicht gedacht werden. Nach dem Mitgetheilten ist es am wahrscheinlichsten, dass unsere Schuppen einem Repräsentanten der Familie der *Rochen* angehören. Indessen stimmt keiner der bisher beschriebenen betreffenden fossilen Hautschilde ganz mit dem unsrigen in der Form überein und über die innere Struktur scheint kaum etwas bekannt zu sein. Die Gattung Acanthobatis (Acanthobatis eximia, Larr.)*) aus der Molasse von Sagriés, Gard, betrifft grosse Hautschilder mit radial gestreiften Spitzen, allein dieselben sind anders geformt, steiler und nicht linear angeordnet wie bei unserem Exemplar. Dynatobatis paranensis, Larrazet**) aus dem Pliocän von Rio Parana unterscheidet sich von unserer Form durch eine Einsenkung um die Stacheln herum und bei ähnlichen wiewohl etwas stärkeren Radialfurchen durch ein oder mehrere concentrische Furchen.

Es ist aber zu berücksichtigen, dass die Hautschilde an verschiedenen Theilen des Rochenkörpers oft verschiedene Grösse und Gestalt besitzen.***)

Aus diesem Grunde und weil das Stück bis jetzt ein Unicum zu sein scheint, mag die Entscheidung, ob hier eine neue Gattung oder Art der Rochen vorliegt, weiteren Funden überlassen bleiben.†)

*) Larrazet loc. cit. Taf. XV, 3, pag. 265.

**) Loc. cit.

***) Zittel loc. cit.

†) Noch ein Wort über das Gestein in mikroskopischer Beziehung: Dasselbe ist Muschelsandstein mit kalkigem, fein vertheiltem Bindemittel, Glauconitgehalt und voll von Muschelfragmenten, auch Bruchstücken von Bryocoen, Korallen, Hydrozoen und Foraminiferen. Der Glauconit tritt in grünen kugelrunden. oder länglichrunden doppelt brechenden Aggregaten auf. Zum Theil füllt er die Kammern von Foraminiferen aus. Zahlreich treten grössere Krystalle oder Krystalloide von Ortho- und Plagioklas, Quarz, ferner Glimmerblättchen und Kalkspath auf.

Nachtrag.

Kürzlich hatte ich das Vergnügen Hrn. Dr. Jækel von Strassburg, dem auf seinen Wunsch das Original des oben beschriebenen Hautschildes zugeschickt worden war, hier zu sehen. Er zieht unsere Form bestimmt zu Trygon (Stechrochen), sie schliesst sich an eine neue Art aus der Molasse von Baltringen in Würtemberg an, die Hr. Jækel nächstens zu beschreiben gedenkt. Es ist ihm auch gelungen ein Stachelfragment von Trygon, von Mägenwyl stammend, nachzuweisen. Als wir die hiesige Sammlung durchmusterten, fand sich ein weiterer Hautschild vor. Derselbe hat eiförmigen Umriss, ist $3^1/_2$ cm. lang und $2^1/_2$ (am schmälern Ende nur 2 cm.) breit. Es besteht aus 3 nicht linear angeordneten und ganz flachen Schuppen, von deren mittlerem Knöpfchen radiale Ausstrahlungen ausgehen. Das Stück wurde seiner Zeit von Hrn. Dr. Fischer in der Molasse des Marchbachgrabens Belpberg und zwar im sogenannten Cardienlager gefunden, wo auch (vielleicht zu Halitherium gehörige) Wirbel vorgekommen sind. Es ist der bei Probst beschriebenen Raja ornata Münster ähnlich. Hr. Dr. Jækel zieht es ebenfalls zu Trygon. Endlich fand sich noch ein von Mägenwyl stammendes Zähnchen, welches Hr. Jækel als Trygon (Raja) rugosa Probst bestimmte.

Somit sind nunmehr Rochenreste in der Schweiz sowohl von Mägenwyl (Ctn. Aargau) als vom Belpberg bei Bern bekannt und dient vielleicht diese Notiz dazu, sie noch an andern Punkten unserer Molasse zu constatiren.

K. Leist.

Ueber den Einfluss des alpinen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter.

(Mit zwei lithographischen Tafeln.)

Vorgetragen in der Sitzung vom 11. Mai 1889.

Einleitung.

Die Beziehungen der Pflanzen zu dem umgebenden Medium sind in neuerer Zeit vielfach Gegenstand eingehender anatomisch physiologischer Studien gewesen. Durch verschiedene Untersuchungen wurde nachgewiesen, wie namentlich einige histologische Charaktere des Blattes sehr wenig constant sind und in hohem Grade von Standortseinflüssen und klimatischen Verhältnissen abhängen. So wissen wir namentlich durch *Stahl**), dass die Struktur der Laubblätter vieler Pflanzen, je nach dem sonnigen oder schattigen Standorte, welchem sie entnommen sind, sehr erhebliche Verschiedenheiten aufweist. Ausser durch ihre Grösse zeichnen sich die Schattenblätter aus durch zartere Textur, die Dicke des Blattes beträgt häufig kaum $^1/_3$ derjenigen des Sonnenblattes. Auch die relative Mächtigkeit des Pallisaden- und Schwammparenchyms wird vom Standorte verändert.

Während beim Sonnenblatte eine oder mehrere Schichten äusserst enger und gestreckter Pallisaden an die obere Epidermis grenzen, zeigen beim Schattenblatt einzig die Zellen der obersten an die Epidermis grenzenden Zellschicht eine sich an die Pallisaden annähernde Form; *Stahl* bezeichnet sie als Trichterzellen.

Auch die nachfolgende Arbeit soll einen Beitrag liefern zu den Untersuchungen über Einfluss des Klimas und Standortes, indem sie sich zur Aufgabe gesetzt hat, nachzuweisen, ob und was für einen Einfluss der alpine Standort auf die Anatomie des Laubblattes ausübt.

*) *Stahl.* Ueber den Einfluss des sonnigen und schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften XVI, 1883.

Die Alpen sind ja in ihren klimatologischen Verhältnissen sehr verschieden sowohl von den angrenzenden nördlichen, als südlichen Gebieten, und die in der Alpenregion vorkommenden Pflanzen, welche man meist unter dem Namen Alpenpflanzen zusammenfasst, bilden, wenn auch nicht geographisch oder systematisch, so doch habituell eine scharf begrenzte Gruppe von Pflanzen. Die Eigenthümlichkeiten, welche den besondern, physiognomischen Ausdruck der alpinen Flora veranlassen, sind schon öfter ziemlich einlässlich beschrieben und die Merkmale, durch welche jener eigenartige Typus der gesammten alpinen Pflanzenwelt bedingt wird, in ihren Beziehungen zu Klima etc. dargestellt worden. Dagegen fehlen bis jetzt, so viel ich weiss, genaue anatomische Untersuchungen, welche uns Aufschluss geben darüber, ob auch der anatomische Bau der Alpenpflanzen, speziell ihrer Blätter charakteristische Veränderungen erleide. Einzig in *Christ**) ist eine Notiz, nach welcher das Gewebe der alpinen Pflanzen aus viel kleinern Zellen besteht, als dasjenige der Pflanzen der Tiefregion.

Zu meinen Untersuchungen wählte ich für's Erste nur solche Blätter, deren Assimilationsparenchym aus den zwei verschiedenen Zelltypen Pallisaden und Schwammzellen zusammengesetzt ist, dies hatte zur Folge, dass neben andern eine Reihe von Pflanzen aus der Klasse der Monocotyledonen ausgeschlossen werden musste. Von dieser Beschränkung abgesehen, wurden Pflanzen aus den verschiedensten Familien und von möglichst ungleichem Habitus untersucht und mit den gleichnamigen der Ebene verglichen: Bäume, Sträucher, perennirende wie einjährige Kräuter, Kulturpflanzen.

Für eine ziemliche Zahl von Pflanzen war das Material zur Vergleichung unschwer zu finden, indem diese von der Ebene bis auf die höchsten Gipfel der Alpenkette hinansteigen. Andere spezifische Alpenpflanzen finden sich in der Ebene in vereinzelten Ansiedlungen im Flusskies, auf Steinblöcken etc., und endlich stand mir ziemlich Material zu Gebot theils aus Privatanlagen, theils aus dem botanischen Garten in Bern und namentlich auch aus dem Jardin d'acclimatation in Genf.

Für's Erste wurde an einer Reihe alpiner Pflanzen nachgewiesen, dass dieselben «plastisch» sind und verschiedenen Bau aufweisen je nach dem sonnigen oder schattigen Standorte, dem sie entnommen sind. Es ist dies eigentlich selbstverständlich. Warum sollte es anders sein? Das Klima der Alpen unterscheidet sich von dem der Ebene dadurch,

*) *Christ H.* Pflanzenleben der Schweiz, 1879, Zürich.

dass einige neue Faktoren hinzukommen; aber der gleiche Faktor wird an beiden Orten auch in gleicher oder höchstens modifizirter Weise wirken.

Wenn man nun nicht zu ganz unrichtigen Resultaten gelangen wollte, so musste strenge darauf gehalten werden, dass jeweilen nur Sonnenblätter mit Sonnenblättern und Schattenblätter mit Schattenblättern verglichen wurden. Es war deswegen weniger leicht, als es den Anschein hatte, entsprechendes Material zur Vergleichung zu finden. Es mussten oft Blätter ganzer Alpenthäler ausgeschlossen werden, weil sie, wenn das Thal auch sonnig, aber ziemlich eng, doch in ihrem Bau sich den Schattenblättern näherten. Grössere und kleinere Erdwälle, Steinblöcke, ja auch kleinere Steine, unter deren Schutz eine kleine Pflanze vegetirt, genügen, um den anatomischen Bau zu influenziren. Die zur Untersuchung verwendeten alpinen Blätter wurden darum hauptsächlich von ganz sonnigen weiten Abhängen, grössern Ebenen oder von freistehenden Gipfeln gewählt.

Die alpinen Blätter wurden meist an Ort und Stelle untersucht und mit der Camera lucida gezeichnet, der übrige Teil der Untersuchung wurde im botanischen Laboratorium in Bern ausgeführt.

Herrn Dr. *Ed. Fischer,* Dozent der Botanik, der an dem Fortgang dieser Untersuchung das grösste Interesse genommen, sage ich hiemit für den vielfachen Rath und die Unterstützung, die er mir gewährt hat, meinen herzlichsten Dank.

I. Theil.

Anatomischer Bau der Blätter in der Ebene und an alpinen Standorten.

Eine eingehende Vergleichung mehrerer Querschnitte von extremen Standorten zeigte bald, dass die Arbeit nicht ohne Resultate sein werde, sondern dass zwischen Blättern alpiner Pflanzen und der Ebene bestimmte Unterschiede vorhanden sind. Diese betreffen namentlich Bau und Anordnung des Assimilationsparenchyms, machen sich aber auch in andern Strukturverhältnissen des Blattes geltend.

Es soll vorerst meine Aufgabe sein, die anatomischen Verhältnisse der untersuchten Pflanzen in zwangloser Reihenfolge, wie sie sich bei der Untersuchung ergab, an mehreren auffallenderen Objekten zu besprechen, um allgemeine Folgerungen erst später folgen zu lassen. Selbstverständlich wurden die hier beschriebenen Pflanzen jeweilen

an mehreren Exemplaren untersucht, um nicht etwa individuelle Abweichungen für spezifische Charaktere zu halten.

Aus der Gattung Saxifraga wurden verschiedene Vertreter untersucht.

Saxifraga cuneifolia ist eine Pflanze, welche sich zwar vorwiegend an feuchten, schattigen Standorten findet. Doch gedeiht sie seit Jahren im botanischen Garten in Bern an einer sonnigen und trockenen Stelle ganz gut, und an einer entsprechenden Stelle fand ich sie auch am Spicherberg ob Innertkirchen in einer Höhe von 1550 m. Die Blätter der verschiedenen Standorte unterscheiden sich schon äusserlich, indem die in der Höhe gewachsenen die andern an Grösse übertreffen. Dagegen beträgt die Dicke der erstern nur etwa $^3/_5$ der letztern. Die Querschnitte bieten wesentlich verschiedene Bilder. Im Blatt von Bern (Figur 1) nimmt das Pallisadengewebe $^2/_3$ des Querschnittes ein. Unter der obern Epidermis liegen drei Schichten Pallisaden, die Zellen der obern zwei Schichten sind englumig und langgestreckt, wohl fünf mal so lang, als weit und liegen enggeschlossen neben einander, ohne Lacunen zwischen sich zu lassen. Die dritte Schicht ist weniger mächtig. Das darunter liegende Schwammgewebe entbehrt grösserer Intercellularräume vollständig, die Arme oder Aussackungen der Zellen sind sehr kurz und darum die Verbindung nicht sehr locker. Die Zellen der obern Epidermis sind auf der Flächenansicht polyedrisch und von ganz geradlinigen Wänden begrenzt. Papillen fehlen vollständig. Das Blatt der nämlichen Pflanze aus dem Jardin d'acclimatation in Genf, ebenfalls ganz sonnig gewachsen, stimmt mit dem beschriebenen ziemlich überein. (Figur 2.) Blätter, die am Monte Cordano ob Nervi gewachsen und mir von Herrn Fayod in Nervi gütigst zugeschickt wurden, übertreffen die Blätter von Bern und Genf an Dicke nicht unbedeutend. Das Blatt weist ebenfalls drei Pallisadenschichten auf. (Figur 3.) Die einzelnen Zellen derselben sind eng und langgestreckt, viel mehr, als dies bei den Blättern aus Genf der Fall ist. Nach Fayod sind die Pflänzchen unter einem überhängenden Felsen gewachsen, wo sie nur am Morgen kurze Zeit direktes Sonnenlicht erhielten.

Das alpine Blatt hat nur eine Schicht Pallisaden, und die Zellen derselben sind nicht nur bedeutend kürzer und weiter, als die vorhin beschriebenen, sondern auch ihre Verbindung ist weniger fest und innig, indem kleinere Intercellularräume zwischen ihnen auftreten. (Figur 4.) Das Schwammgewebe ist nicht weniger mächtig, hat aber ein viel lockeres Gefüge, indem sich die Zahl und Grösse der Inter-

cellularräume vermehrt hat. Die Epidermiszellen sind in der Längsrichtung des Blattes gestreckt und ihre Wände etwas gewunden. Einige von ihnen sind in wohl ausgebildete Papillen ausgewachsen, zwischen welchen die andern in Vertiefungen liegen.

Saxifraga rotundifolia verhält sich ganz ähnlich. Das Sonnenblatt aus dem botanischen Garten in Bern ist fast noch einmal so dick, als das entsprechende vom Susten (1840 m) oder vom Stockhorn (1920 m), steht dafür dem letzteren an Flächenentwickelung nach. Mit der verschiedenen Dicke im Zusammenhang ist der verschiedene anatomische Bau. Das Blatt von Bern weist zwei Schichten Pallisaden auf; die einzelnen Zellen derselben sind langgestreckt und englumig, und ihre Verbindung ist eine sehr innige, indem keine Zwischenräume zwischen ihnen vorhanden sind. Im Gegensatz dazu hat das alpine Blatt nur eine Schicht Pallisaden, welche dazu an Mächtigkeit den andern nachsteht. Dagegen sind ihre Zellen weiter und lassen häufig grössere oder kleinere Zwischenräume zwischen sich. Das Schwammgewebe bietet weniger Verschiedenheiten, weder in Bezug auf Mächtigkeit, noch auf Bau.

Saxifraga aizoon mit ihren dicken, immergrünen, Rosetten bildenden Blättern ist sowohl in der Ebene als in der Höhe sehr verschieden je nach dem sonnigen oder schattigen Standorte.

Das Sonnenblatt vom botanischen Garten in Bern hat 4, dasjenige aus dem Jardin d'acclimatation in Genf 6 Schichten Pallisaden. Die Zellen liegen in lückenloser Verbindung neben einander, sind jedoch weniger langgestreckt, als die der oben beschriebenen Spezies, etwa $2\,^1/_2$ mal so lang als breit. Bei dieser Pflanze, die von der Ebene bis in bedeutende Höhe sehr verbreitet ist, ist nicht schwer nachzuweisen, dass die Pallisaden nach oben kürzer und weiter werden, zur vollständigen Abrundung neigen und darum auch lockerer mit einander verbunden sind. An den höchst gelegenen Standorten, meist über 2100 m. erhält man ein Blatt, dessen ganzes Mesophyll aus weiten, isodiametrischen Zellen besteht. Die obern Schichten unterscheiden sich von den untern nur durch grössern Chlorophyllgehalt. Während im Allgemeinen die Dicke des Blattes nach oben geringer wird, nimmt die Epidermisaussenwand zu. Exemplare dieser Pflanze, die auf Engstlen, in einer Höhe von 2500 m. gewachsen, weichen von dem zuletzt beschriebenen Bau wieder ab. Das Blatt ist sehr dünn, aber auch wenig ausgedehnt. Zwar besteht auch hier das ganze Blattmesophyll aus rundlichen Zellen; diese sind aber ganz klein und englumig. Auch die Epidermiszellen sind klein und wenig gestreckt.

Saxifraga Cotyledon verhält sich ganz ähnlich wie Saxifraga aizoon. Das Sonnenblatt vom Susten 1800 m. stimmt in Bezug auf Zahl und Weite der Pallisaden ganz überein mit dem im botanischen Garten in Bern gewachsenen Schattenblatt.

Saxifraga aspera var. bryoides ist hochalpin und wächst an Felsen und steinigen Orten. Das ganze Blattmesophyll besteht aus rundlich polyedrischen oder kugeligen Zellen, denen die Aussackungen ganz fehlen, die jedoch ziemlich locker mit einander verbunden sind. Der grössere Chlorophyllgehalt ist das einzige Merkmal, das die obern Schichten unterscheidet. Zur Vergleichung stand mir nur ein einziges cultivirtes Exemplar derselben Pflanze aus dem jardin d'acclimatation in Genf zu Gebot. Hier sind die Blätter etwas dicker, und die Zellen der obersten Schicht sind schlauchförmig gestreckt und besitzen ausgeprägten Pallisadentypus.

Gnaphalium Leontopodium. Blätter dieser Pflanze, die in einem sonnigen Garten in Bern gewachsen waren, erweisen sich ziemlich dicker als die untersuchten in der Alpenregion, meist auf Engstlen in einer Höhe von über 2000 m. gesammelten, stehen aber den letzteren an Flächenentwickelung nach. Die Dicke der alpinen beträgt höchstens $^3/_5$ der erstern. Im Blatt von Bern besteht das spezifische Assimilationsgewebe aus einer Schicht langgestreckter und enger Pallisaden; diese sind wohl sechsmal so lang als weit und nehmen etwa die Hälfte der Blattdicke ein. Bei einigen alpinen Blättern sind ebenfalls deutliche Pallisaden vorhanden; dieselben sind jedoch sehr kurz. Ihre Länge beträgt höchstens $^1/_8$ der Pallisaden im Blatt der Ebene, während sie diese an Weite bedeutend übertreffen. Bei andern alpinen Blättern verdient die oberste Schicht den Namen Pallisaden kaum mehr, da sie aus Zellen besteht, die weit und nur ganz unbedeutend senkrecht zur Oberfläche gestreckt sind. Das Schwammgewebe ist weniger verschieden gebaut, bei den alpinen Blättern sind seine Zellen etwas kleiner. Die Cuticula ist weder in der Tiefregion noch in den Alpen besonders entwickelt.

Soldanella alpina. Die Blätter dieser Pflanze aus dem botanischen Garten in Bern sind bedeutend dicker als die von alpinen Standorten, werden aber von den meisten der letztern in Bezug auf Flächenentwickelung übertroffen. Die Berner Blätter besitzen drei Schichten Pallisadenzellen, diese sind ziemlich eng. Die Epidermiszellen besitzen geradlinige Wände und sind nicht oder nur wenig in der Längsrichtung des Blattes gestreckt. In den Blättern derselben

Pflanze von der Wahlalp 1700 m. lassen sich zwar diese beiden Pallisadenschichten ebenfalls nachweisen, doch sind dieselben viel kürzer geworden und ihre Zellen weiter; ihre Verbindung ist eine sehr lockere, indem zwischen ihnen kleinere und grössere Lacunen auftreten, so dass häufig eine Pallisadenzelle ihrer ganzen Länge nach an Intercellularräume grenzt und nur an der Querwand mit andern Zellen in Verbindung ist. Die Zellen des Schwammparenchyms sind im Allgemeinen etwas kleiner als in der Ebene, und auch hier haben sich die Intercellularräume erweitert und vermehrt. Die Epidermiszellen sind grösser und in der Längsrichtung des Blattes gestreckt. Bei Blättern aus noch höheren Lagen fehlt die Pallisadenform ganz; das ganze Blattmesophyll besteht aus kugeligen Zellen, die ziemlich locker verbunden sind. Die Zellen der zwei obersten Schichten, welche den Pallisaden der andern Blätter entsprechen, unterscheiden sich von den untern durch weiteres Lumen, grössern Chlorophyllgehalt und durch ihre Anordnung in Reihen (Tafel II, Fig. 6). Die Epidermisaussenwand ist ziemlich dick, die Epidermiszellen jedoch sind nur wenig tangential gestreckt. Es ist wohl selbstverständlich, dass diese typischen Formen durch Uebergänge verbunden sind. So findet man oft, dass die Zellen der obersten Schicht ganz wenig von der Kugelform abweichen, und, indem sie etwas senkrecht zur Oberfläche gestreckt sind, sich mehr der schlauchförmigen Gestalt nähern. Blätter von Exemplaren, die vereinzelt in bedeutender Höhe, meist über 2400 m. vorkommen, stehen den beschriebenen in Bezug auf Dicke und Flächenentwickelung nach, und das ganze Blattmesophyll besteht aus kleinen rundlichen Zellen von gleicher Grösse, die dazu nur locker mit einander verbunden sind.

Arabis alpina findet sich von der Ebene, wo sie sich im Flusskies angesiedelt, bis in die höhere Region häufig, und je nach ihrem Standorte haben wir einerseits ein ziemlich dickes Blatt mit zwei Schichten Pallisaden, anderseits ein etwas grösseres, aber weniger dickes Blatt, dessen Mesophyll aus locker verbundenen, isodiametrischen Zellen besteht, von denen die beiden obern Reihen sich durch Weitlumigkeit vor den untern auszeichnen. Das Schwammgewebe unterliegt, was seine Mächtigkeit anbetrifft, weniger Schwankungen, dagegen ist sein Gefüge beim alpinen Blatt ein sehr lockeres, da kleinere und grössere Intercellularäume darin auftreten.

Erinus alpinus. Die Blätter aus dem botanischen Garten in Bern unterscheiden sich sofort von den alpinen durch ihre Dicke.

Alle untersuchten Blätter stimmen überein in der Zahl der Zelllagen, alle haben zwei Schichten Pallisaden, welche jedoch nach dem Standorte sehr verschiedene Struktur zeigen. Die alpinen Blätter stehen den andern in Bezug auf Mächtigkeit derselben nach, dazu sind die einzelnen Pallisaden viel weiter und weniger fest und innig verbunden, indem zwischen ihnen viele kleinere Intercellularräume auftreten, welche man im Blatt der Ebene vergeblich sucht. Im Schwammgewebe fehlen scharf ausgeprägte Unterschiede, dagegen ist die Epidermisaussenwand des alpinen Blattes besser entwickelt.

Globularia nudicaulis. Die Blätter eines sonnig gewachsenen Exemplars aus dem botanischen Garten in Bern unterscheiden sich von verschiedenen alpinen Standorten entnommenen durch geringere Flächenausdehnung, aber bedeutendere Dicke. Während die ersteren drei Schichten langgestreckter und enger Pallisaden haben, welche geschlossen neben einander liegen, haben beim alpinen Blatt nur die Zellen der beiden obersten Lagen Pallisadentypus; dazu sind dieselben noch kürzer und weiter. Der dritten Pallisadenschicht des Blattes von Bern entspricht eine Schicht rundlich polyedrischer Zellen, die sich von den darunter liegenden Schwammgewebezellen durch grössern Chlorophyllgehalt und namentlich dnrch ihre Anordnung in eine gerade Reihe unterscheiden. Das Schwammgewebe scheint weniger zu differiren, beim alpinen Blatt sind seine Zellen jedoch etwas kleiner. Bei letzterem sind auch die Zellen der obern Epidermis mehr in der Längsrichtung des Blattes gestreckt.

Globularia cordifolia. Das Blatt dieser Pflanze ist centrisch oder nach der von Heinricher eingeführten Bezeichnung isolateral gebaut. Das Mesophyll besteht dem Haupttheile nach aus Pallisadenzellen, wovon zwei Schichten auf die Ober-, zwei auf die Unterseite fallen. Die letzteren sind etwas kürzer und weiter. Zwischen den Pallisadenschichten sind zwei Lagen chlorophyllarmer, rundlich polyedrischer Zellen eingeschoben. Dies ist der Bau des Sonnenblattes von Meyringen, (Tafel II, Fig. 7), von welchem das alpine Blatt in mehr als einer Beziehung abweicht. (Tafel II, Fig. 8). Zwar ist die Zahl der Lagen dieselbe, aber diese haben verschiedene Ausbildung erfahren. Beim Blatt von Meyringen sind die Pallisadenschichten sehr mächtig, die Zellen derselben sind sehr eng und langgestreckt, wohl sechs mal so lang als weit. Ihre Verbindung ist eine sehr innige, Intercellularräume fehlen ganz zwischen ihnen. Die beiden untern Schichten bestehen aus etwas kürzeren und weiteren Zellen, welche aber immer noch ausge-

sprochenen Pallisadentypus haben. Beim Blatt von der Engstlen (1900 m.) sind vor allem diese an die untere Epidermis grenzenden Zellschichten anders gebaut, sie verdienen den Namen Pallisaden nicht mehr, denn sie sind von rundlich polyedrischer Form und unterscheiden sich kaum von den beiden darüber liegenden mittleren Lagen. Das alpine Blatt hat nicht mehr centrischen, sondern einen ausgesprochen bifacialen Bau. Aber auch die obern Schichten haben an Mächtigkeit verloren, ihre Zellen sind viel weiter geworden, und es treten kleinere Intercellularräume zwischen ihnen auf, wodurch das Gefüge sehr gelockert erscheint. Obere und untere Epidermis zeichnen sich aus durch bedeutend entwickelte Cuticula. Wieder einen etwas abweichenden Bau weist das Blatt dieser Pflanze auf an noch höhern Standorten. Ganz sonnig gewachsene Blätter von der Engstlenalp aus einer Höhe von 2300 m. fallen sofort durch ihre Kleinheit und geringe Dicke auf. Das ganze Blattmesophyll besteht aus sehr kleinen, polyedrischen Zellen, die durchaus keine Aehnlichkeit mit Pallisaden zeigen.

Echium vulgare ist keine alpine Pflanze, sie geht nicht in die höhere Region. Sie findet sich jedoch am Hasleberg ob Meyringen in einer Höhe von 1400 m. an einem sehr sonnigen Standorte. Die Blätter sind, verglichen mit den in Meyringen gewachsenen etwas grösser, dagegen beträgt die Dicke nur $^2/_3$ bis $^3/_4$ der Meyringer Blätter. Die Abnahme der Dicke geschieht auf Kosten der Pallisaden; denn das Schwammgewebe ist bei beiden Formen gleich mächtig und auch gleich gebaut, bei den höher gelegenen etwas lockerer. Das Blatt von Meyringen hat zwei Schichten von Pallisaden, von denen die obere sehr mächtig ist. Ihre Zellen sind fünfmal so lang als weit. Darunter liegt eine zweite etwa halb so lange Schicht. Beim Blatt von Hasleberg fehlt die untere Pallisadenschicht und wird ersetzt durch eine Reihe isodiametrischer Zellen. Die obere Pallisadenschicht hingegen ist ausgebildet, steht aber der entsprechenden beim Meyringer Blatt an Mächtigkeit nach. Die Zellen sind etwa $2^1/_2$ mal so lang als weit und weniger dicht an einander gefügt, indem einzelne Intercellularräume bemerkbar sind.

Cynanchum vincetoxicum ist ebenfalls mehr eine Pflanze der unteren Region; doch findet sie sich im Gadmenthale in einer Höhe von 1300 m. an einer ganz sonnigen Stelle noch häufig. Grössere Flächenentwickelung und geringere Dicke unterscheiden sie schon äusserlich von den in Meyringen gewachsenen. Eine genaue Untersuchung der Blätter zeigt an beiden Standorten eine Pallisadenschicht,

diese ist jedoch beim Blatt von Meyringen fast doppelt so mächtig, als die beim Gadmer Blatt. Bei letzterem sind die Zellen des Schwammgewebes kleiner und das ganze Gefüge viel lockerer. Die Epidermiszellen sind in der Längsrichtung des Blattes gestreckt.

Urtica dioica steigt von der Ebene bis auf die höchsten Punkte der Alpenweide und siedelt sich dort namentlich in den Düngstätten um die Sennhütten und an Ruheplätzen des Viehs auf der Weide an. Den extrem gelegenen Standorten entsprechend haben wir einerseits unten ein verhältnissmässig dickes Blatt mit einer Schicht sehr langer und englumiger Pallisaden, welche in inniger, vollständig lückenloser Verbindung neben einander liegen, wobei die einzelne Zelle 6 mal so ang als weit ist, anderseits ein dünnes Blatt, kaum halb so dick als das erstere, unter der obern Epidermis mit einer Schicht Zellen, die kaum auf den Namen Pallisaden Anspruch machen können. Diese sind nach keiner Richtung vorzüglich ausgedehnt, erscheinen auf dem Querschnitt quadratisch oder halbkreisförmig. Hie und da findet man auch Blätter, bei denen einzelne Epidermiszellen papillenartig erhöht sind. Von dieser Pflanze habe ich zahlreiche Blätter, die auf der Höhe des Gotthardes in der Umgebung des Hospizes gewachsen sind, mit entsprechenden aus Bern verglichen mit spezieller Berücksichtigung des Schwammparenchyms. Dieses scheint in Bezug auf Mächtigkeit sehr wenig zu differiren; bei den Blättern vom Gotthard ist es etwas, wenn auch wenig grösser, besteht dort aber aus kleineren Zellen. Auch haben sich beim alpinen Blatt die Intercellularräume erweitert und vermehrt. Zwischen den beiden extrem gebauten Pallisaden lassen sich unschwer eine Reihe Verbindungsglieder auffinden. Die Blätter von Engstlen (1860 m) zeigen in Bezug auf Länge und Weite der Pallisaden ein intermediäres Verhalten zwischen den Blättern vom Gotthard und von Bern und stimmen in dieser Beziehung so ziemlich mit den Schattenblättern Berns überein.

Alchemilla vulgaris. Diese Pflanze verhält sich ähnlich wie die vorhergehende. Auch sie gehört von der Ebene bis in bedeutende Höhe zu den wenig seltenen Pflanzen, und der anatomische Bau des Blattes hat Aehnlichkeit mit dem der Nessel. Das Sonnenblatt vom botanischen Garten in Bern ist fast noch einmal so dick, als das auf der Höhe des Gotthard gewachsene. An beiden der genannten Standorte hat das Blatt eine Schicht Pallisaden. Bei demjenigen aus Bern ist dieselbe sehr mächtig, nimmt mehr als die Hälfte der Blattdicke ein und besteht aus Zellen, welche wohl achtmal so lang als breit

sind und in lückenloser Verbindung neben einander liegen. Auch bei den alpinen Blättern fehlt die Pallisadenschicht niemals, dieselbe ist jedoch absolut und relativ viel weniger mächtig, denn sie nimmt kaum $^1/_4$ der Dicke des viel dünneren Blattes ein. Die einzelne Zelle ist etwa zweimal so lang als breit. Zwischen ihnen finden sich kleinere Lacunen, und Pallisadenzellen sind nicht selten, die nur an den Querwänden mit andern in Verbindung sind, und die an den Längswänden an Intercellularräume grenzen. Das Schwammgewebe ist auch bei dieser Pflanze ziemlich konstant, höchstens unterscheidet sich das alpine Blatt durch sein viel weniger festes Gefüge.

Acer Pseudoplatanus. Dieser Baum ist in der untern und mittlern Region sehr häufig. Vereinzelte Exemplare finden sich verpflanzt in Höhen über 1800 m., so auf der Engstlenalp (1860 m.). Die Dicke des alpinen Blattes von Engstlen beträgt circa $^8/_5$ von der des in Bern gewachsenen Sonnenblattes. (Tafel II, Figur 9.) In letzterem besteht das spezifische Assimilationsparenchym aus einer Schicht sehr hoher und enger Pallisadenzellen. Das Schwammgewebe besteht aus zwei Lagen. Im Blatt von der Engstlenalp sind die Pallisaden nur $^1/_2$ mal so hoch, dafür aber etwas weiter. Das Schwammparenchym besteht gleichfalls aus zwei Lagen. (Figur 10.) Zwischen diesen beiden extrem gelegenen und extrem gebauten Blättern lassen sich je nach dem Standorte eine Reihe Bindeglieder nachweisen. Auch hier stimmt das Sonnenblatt von Engstlen in Bezug auf Blattdicke und inneren Bau des Blattes ganz überein mit dem Schattenblatt von Bern; die Pallisadenschicht ist bei beiden Blättern gleich mächtig, und auch die Weite der einzelnen Zellen stimmt überein. Die beiden Querschnitte wären zum Verwechseln ähnlich, wenn nicht die dickere Epidermisaussenwand sofort das alpine Blatt erkennen liesse.

Fagus silvatica. *Stahl**) führt die Buche an als Beispiel einer Pflanze von sehr weitgehendem Anpassungsvermögen, indem die Sonnen- und Schattenblätter von einander so verschieden sind, dass man sie für Blätter verschiedener Pflanzen halten könnte. Es ist darum interessant zu sehen, ob auch der Höhenstandort Einfluss auf den Bau der Blätter ausübe. Leider steigt die Buche nicht in die eigentliche alpine Region. Der höchst gelegene Standort in der Schweiz ist nach *Christ* im Gentthal, 1550 m., wo sie noch als geschlossener, kleiner Wald auftritt. Sonnenblätter von diesem Standorte unterscheiden sich ganz deutlich von den Sonnenblättern in Bern, schon äusserlich durch

*) *Stahl* (f. c.) pag. 6—8.

grössere Flächenentwickelung und geringere Dicke, dann aber vor allem durch Bau und Mächtigkeit des Pallisadenparenchyms. Es sind zwar an beiden Orten zwei Schichten typischer Pallisadenzellen vorhanden, aber während diese beim Sonnenblatt von Bern sehr lang und eng sind und zusammen $^2/_3$ der Blattdicke einnehmen, sind dieselben beim Blatt aus dem Gentthal erheblich kürzer und nehmen zusammen nicht die Hälfte der Blattdicke ein. Die einzelne Pallisade ist bedeutend weiter als beim Sonnenblatt von Bern. Das Sonnenblatt vom Gentthal entspricht in Bezug auf Grösse und Bau einem halbschattig gewachsenen von Bern. Das Schwammgewebe ist bei beiden Blättern von gleicher Mächtigkeit, dagegen sind im alpinen Blatt die Intercellularräume grösser, als beim halbschattigen von Bern und so die Verbindung der Schwammzellen eine sehr lockere.

Dianthus silvestris. Diese Pflanze hat centrisch gebaute Blätter. Auf die mit mächtig verdickter Aussenwand versehenen Epidermen folgen jederseits drei Lagen von Pallisaden. Die Blattmitte nimmt ein vorwiegend aus rundlichen, zum Theil auch etwas parallel der Blattfläche gestreckten Zellen bestehendes Schwammparenchym ein. Die Pallisaden der Oberseite sind sehr eng und länger als die der Unterseite. Blätter von alpinen Standorten weichen in einigen Beziehungen von dem beschriebenen Bau ab. Vor allem ist die Dicke des Blattes viel geringer; dann hat das Blatt nicht mehr einen so ausgesprochen centrischen Bau, indem die an die untere Epidermis grenzenden Zellschichten durch Verkürzung ihres Längen- und Verlängerung des Querdurchmessers die cylindrische Form verloren und rundlich polyedrische Form angenommen haben. Sie unterscheiden sich von den mittleren Lagen nur durch weiteres Lumen. Dieselbe Veränderung ist mit der dritten der obern Pallisadenschichten vor sich gegangen. Ihre Zellen sind von den der darunter liegenden mittleren Lagen nicht zu unterscheiden. Diese Zellen der zwei obersten Schichten zeigen zwar immer noch deutlichen Pallisadentypus, sind jedoch kürzer und weiter geworden. So ist auch hier das Blatt aus einem isolateralen zu einem bifacialen geworden. An den höchsten Stellen ihres Vorkommens weicht der Bau von dem beschriebenen wieder ab. Bei Blättern aus einer Höhe von 2300 m. (Engstlenalp) haben die obern Zellschichten ihre schlauchförmig gestreckte Form aufgegeben. Das ganze Blattmesophyll besteht hier aus einem Gewebe gleichgestalteter, kleiner, isodiametrischer Zellen, und die Epidermiszellen sind in kleine Papillen ausgewachsen.

Silene inflata. Diese Pflanze ist in der Ebene gemein und steigt bis in die höhere Region, sie findet sich z. B. auf dem Gipfel

des Faulhorn und in der Umgebung des Gotthardhospizes nicht selten. In der Ebene ist der Bau der Blätter vollkommen isolateral, das ganze Blattmesophyll besteht aus 4 Pallisadenschichten, von denen zwei der obern, zwei der untern Epidermis anliegen, und dazwischen in der Blattmitte stehenden, kugeligen oder parallel der Blattoberfläche gestreckten Zellen. Sehr oft sind einzelne der Pallisadenzellen durch eine Querscheidewand getrennt, so dass an einzelnen Stellen drei Pallisadenschichten auftreten. An vielen Exemplaren habe ich nachgewiesen, dass mit der Höhe das Blatt an Flächenausdehnung gewinnt, dafür an Dicke abnimmt. Die Pallisaden werden kürzer und weiter, und zwar sind es weder die an die untere Epidermis grenzenden, welche zuerst ihre schlauchförmige Gestalt aufgeben und aus der langcylindrischen in die kugelige Form übergehen. Aber auch die obern Pallisadenschichten erleiden eine Veränderung, indem sie kürzer und weiter werden; schliesslich nehmen auch sie kugelige Gestalt an, unterscheiden sich jedoch von den unter ihnen liegenden Zellen durch weiteres Lumen. Blätter dieser Pflanze, die am Susten in einer Höhe von 1890 m. ganz sonnig gewachsen sind, stimmen sowohl äusserlich wie im anatomischen Bau ganz überein mit Schattenblättern derselben Pflanze aus dem botanischen Garten in Bern. An beiden Orten haben wir unter der obern Epidermis eine Schicht grosser kugeliger Zellen und darunter ein aus kleinen, rundlichen Zellen bestehendes, lockeres Schwammparenchym; das alpine Blatt unterscheidet sich jedoch leicht durch stärkere Epidermisaussenwand, welche der des Sonnenblattes der Ebene nicht nachsteht. An den höchsten Stellen ihres Vorkommens, z. B. auf dem Gotthard fehlt auch diese Schicht grösserer halbkugeliger Zellen unter der obern Epidermis, und das ganze Blattmesophyll besteht aus sehr kleinen, gleichmässigen Zellen.

Gentiana acaulis. Das Sonnenblatt aus dem botanischen Garten hat zwei Pallisadenschichten, deren Zellen langgestreckt und englumig und ohne Zwischenräume aneinandergefügt sind. Das Schwammparenchym nimmt etwa den dritten Theil der Blattdicke ein, die Zellen desselben sind meistens rundlich polyedrisch, einzelne sind parallel der Epidermis gestreckt. Alpine Blätter dieser Pflanze von den verschiedensten Standorten sind viel weniger dick, und eine genaue Untersuchung zeigt, dass die Pallisaden vollständig fehlen. An Stelle derselben finden sich unter der obern Epidermis zwei Lagen weitlumiger Zellen, die durchaus keinen Anspruch auf den Namen Pallisaden erheben können, da ihr Querdurchmesser dem Längendurch-

messer durchaus nicht nachsteht. Das Schwammparenchym scheint weniger zu differiren, doch sind seine Zellen kleiner und alle mehr oder weniger rundlich polyedrisch; parallel der Oberfläche gestreckte scheinen zu fehlen. Das ganze Blatt hat ein sehr lockeres Gefüge, indem sich die Intercellularräume erweitert und vermehrt haben. Die Epidermisaussenwand des alpinen Blattes ist mehr entwickelt.

Biscutella lævigata. Beim Sonnenblatt aus dem botanischen Garten in Bern nehmen die zwei Pallisadenschichten $^2/_3$ der Blattdicke ein. Die einzelnen Zellen sind langgestreckte und enge Schläuche, deren Verbindung eine sehr feste ist, da Lacunen zwischen ihnen ganz fehlen. Die Zellen des Schwammgewebes sind rundlich polyedrisch oder radial gestreckt. Beim Blatt von Engstlen sind zwar ebenfalls zwei Schichten Pallisaden vorhanden, dieselben nehmen jedoch kaum die Hälfte der Blattdicke des viel dünnern Blattes ein. Namentlich ist die obere Schicht sehr kurz geblieben, dafür sind die einzelnen Zellen bedeutend weiter; zwischen ihnen haben sich kleinere und grössere Zwischenräume aufgethan, welche nicht selten die benachbarten Zellen so von einander trennen, dass dieselben nur an den Querwänden ihre Verbindung mit andern Zellen herstellen. Auch im Schwammgewebe haben sich die Intercellularräume erweitert und vermehrt. Die Epidermiszellen sind grösser als in der Ebene und tangential gestreckt.

Ranunculus acris. Auch diese Pflanze steigt von der Ebene bis in bedeutende Höhe, sie findet sich z. B. in der Nähe des Gotthardhospizes nicht selten. Das Blatt der Ebene hat eine Schicht Pallisaden, die jedoch sehr mächtig ist. Beim Blatt vom Gotthard ist die oberste Zellschicht des Blattmesophylls auch scharf vom darunter liegenden Gewebe differenzirt, aber ihre Zellen sind sehr klein und wenig länger als breit. Zwischen diesen beiden Formen finden sich auch hier viele Uebergänge, die Blätter von Andermatt halten ungefähr die Mitte in Bezug auf Länge der Pallisaden, an Weite übertreffen sie die andern beiden.

Chenopodium bonus Henricus. Alle untersuchten Blätter besitzen zwei Schichten Pallisaden, diese differiren jedoch sehr in Bezug auf Länge, Weite und Verbindung, so nämlich, dass Blätter höherer Standorte kürzere und weitere Pallisaden und ein sehr lockeres Gefüge haben. Bei den Blättern vom Gotthard stehen die meisten Pallisaden nur vermittelst der Querwände mit andern in Verbindung, während ihre Längswände rings an Intercellularräume grenzen.

Gypsophila repens hat an sonnigen Standorten der Ebene zwei Schichten langer und enger Pallisaden. Das darunter liegende Schwammgewebe besteht aus vier Lagen rundlich polyedrischer oder radial gestreckter Zellen. Das ganze Blatt hat ein sehr festes Gefüge. Bei den Blättern aus der alpinen Region fehlen Zellen von der schlauchförmig gestreckten Form der Pallisaden vollständig. An ihrer Stelle finden sich unter der obern Epidermis zwei Schichten halbkugeliger Zellen, die sich durch weites Lumen und durch ihre Anordnung in gerade Reihen leicht von den darunter liegenden Zellen des Schwammparenchyms unterscheiden. Die Zellen des letzteren sind kleiner und von lockerer Verbindung.

Arnica montana. Ein Blatt aus einem sonnigen Garten Berns hat zwei Schichten langer, enger Pallisaden. Das Schwammgewebe besteht aus mehreren Lagen rundlicher, mit Aussackungen versehener oder parallel der Oberfläche gestreckter Zellen. Blätter von der Melchalp (1890 m.) unterscheiden sich schon äusserlich durch grössere Flächenausdehnung, aber geringere Dicke. An Stelle der Pallisaden finden wir eine Schicht, deren Zellen nicht länger, als weit sind. Das darunter liegende Schwammgewebe ist ausserordentlich locker, indem es zahlreiche Intercellularräume von bedeutender Grösse enthält. Auch die Epidermiszellen sind grösser und tangential gestreckt mit gewundenen Seitenwänden. Die Epidermisaussenwand ist stark verdickt.

Linaria alpina ist eine alpine Pflanze, welche sich herabgeschwemmt in der Ebene, z. B. im Flusskies, nicht selten findet. Die Blätter der Ebene haben einen centrischen Bau, das ganze Blattmesophyll besteht aus einer Zellenform, aus langgestreckten cylindrischen Zellen. Beim alpinen Blatt ist der Bau des Blattes insofern ein anderer, als diese cylindrischen Zellen kürzer und weiter geworden sind: das ganze Mesophyll besteht aus isodiametrischen Zellen, und nur in einzelnen Fällen hat die obere subepidermale Zellschicht den Charakter einer Pallisadenschicht beibehalten.

Lotus corniculatus. Der Bau dieses Blattes ist centrisch. Beim Sonnenblatt der Ebene sind die beiden obersten, wie die beiden untersten Schichten des Blattmesophylls zu Pallisaden ausgebildet. Zwischen denselben ist ein aus vier Lagen bestehendes Gewebe, deren Zellen meist isodiametrisch, aber auch radial gestreckt sind. Die Pallisadenzellen der obern Schichten sind sehr lang, englumig und liegen lückenlos neben einander. Die Zellen der unteren Schichten sind kürzer

und weiter. Mit zunehmender Höhe des Standortes verändert sich der Blattbau in der mehrmals beschriebenen Weise, die Weite der Pallisaden nimmt zu auf Kosten der Länge. Die Intercellularräume werden grösser, und ihre Zahl vermehrt sich. Die Epidermiszellen sind etwas papillenartig erhöht und haben stark entwickelte Cuticularschichten.

Taraxacum officinale ist von der Ebene bis in die höhere Region gemein. Das Sonnenblatt der Ebene hat zwei Schichten nicht gerade langer, aber enger Pallisaden und darunter ein aus vier Lagen bestehendes Schwammgewebe. Auch hier tritt mit der Höhe eine Aenderung in der Blattstruktur ein, indem die Pallisaden kürzer und weiter werden. An besonders hoch gelegenen Standorten besteht das ganze Blattmesophyll aus kleinen, rundlichen Zellen.

Sorbus aucuparia hat in der Ebene zwei Schichten langer und enger Pallisaden; die der obern Schicht sind länger, als die untern, wohl achtmal so lang als weit. Beim Blatt von Engstlen ist nur noch eine Schicht Pallisaden vorhanden; ihre Zellen sind dazu kürzer und weiter geworden. Das Schwammgewebe zeigt keine scharf ausgeprägten Unterschiede.

Als einjährige Kulturpflanzen standen mir zur Untersuchung und Vergleichung zu Gebot Kartoffel, Salat und weisse Rübe. Kartoffeln fand ich auf der Nordseite der Alpen an ihrem höchsten Standorte in Andermatt und Hasleberg (1400 m.), weisse Rüben und Salat gehen so weit in die Höhe als menschliche Wohnungen. Belege dafür sind die Gärtchen beim Gotthardhospiz und beim Hôtel Stein am Susten.

Solanum tuberosum, Kartoffel.*) Die Blätter dieser Pflanze machen in einer Beziehung eine Ausnahme von den bisher beschriebenen Pflanzen. Sonnenblätter vom Hasleberg, von Gadmen und Andermatt sind zwar alle etwas grösser, als Sonnenblätter von Bern und Meyringen. Aber diese grössere Flächenausdehnung findet hier nicht statt auf Kosten der Dicke; denn letztere ist bei Blättern von alpinen oder subalpinen Standorten nicht geringer, sondern in den meisten Fällen gleich, in einzelnen sogar mächtiger als bei den Berner und Meyringer Blättern. Bei allen Blättern haben wir eine Pallisadenschicht, die ungefähr die Hälfte der Blattdicke einnimmt, aber diese Pallisaden sind

*) Nach *Fischer*, Gefässpflanzen des Berner Oberlandes ist der höchste Standort für die Kartoffel im Berner Oberlande Mürren (1630 m). Von diesem Standorte standen mir jedoch keine Exemplare zur Untersuchung zu Gebot.

sehr verschieden von einander. Beim Blatt von Bern sind dieselben sehr eng, sechsmal so lang als weit, und ihre Anordnung ist eine sehr innige: Lücken oder Intercellularräume finden sich keine zwischen ihnen. Bei den Blättern der oben genannten Höhenstandorte sind die Pallisaden nicht weniger lang, aber wohl noch einmal so weit. Sie sind ferner häufig nicht alle gleich lang und auch sonst verschieden gebaut, indem einzelne etwas von der gewöhnlichen cylindrischen Form abweichen und in ihrem untern Theile keulenförmig sich erweitern oder sogar kleinere Aussackungen zeigen. Dies ist desshalb möglich, weil das Gefüge ein sehr lockeres ist und grosse Intercellularräume zwischen den Pallisaden auftreten. Die Zwischenräume sind nicht selten so gross, dass Pallisaden an ihren Längswänden nur an solche grenzen und nur vermittelst der Querwände mit andern Zellen Verbindung herstellen. Auch die Anordnung der Schwammparenchymzellen ist eine sehr lockere. Die Epidermiszellen sind etwas grösser und mehr gestreckt, als dies bei den Blättern der Ebene der Fall ist.

Lactuca sativa. Diese Pflanze stand mir, wie schon angedeutet, zur Vergleichung zu Gebot aus den kleinen Gemüsegärten von Hotel Stein am Susten, Engstlen, Andermatt und demjenigen beim Gotthardhospiz. An den genannten Orten gedeiht der Salat noch gut, wenn auch nicht mit der Ueppigkeit, wie in der Ebene. Mit etwa sechs Blättern schliesst er sein Wachstum ab, ohne dass es zur «Kopfbildung» kommt. Zur Vergleichung mit diesen habe ich nur die ersten, freistehenden Blätter junger Exemplare der Tiefregion benutzt, weil die Blätter des Kopfsalates, namentlich die innern, meist aus einem ziemlich gleichmässigen, kleinzelligen Gewebe bestehen. Mit Ausnahme der Blätter von Andermatt sind die alpinen Blätter kleiner, als die der Ebene. Ueber die Dicke lässt sich nichts Bestimmtes sagen. Die untersuchten alpinen Blätter differiren in dieser Beziehung selbst bedeutend und zwar oft Blätter desselben Standortes, indem einzelne von ihnen die Blätter von Bern und Meyringen an Dicke übertreffen, die Mehrzahl ihnen jedoch nachsteht. Das Sonnenblatt der Tiefregion hat eine Schicht Pallisaden, die etwas mehr als den dritten Theil der Blattdicke einnehmen. Sie sind nicht gerade eng, wohl aber ist ihre Verbindung eine sehr innige, indem Intercellularräume zwischen ihnen ganz fehlen. Der untere Theil der Blattdicke wird von einem kleinzelligen, aber wenig lockern Gewebe eingenommen. Das alpine Blatt unterscheidet sich sofort durch die auffallend lockere Anordnung und Verbindung seiner Zellen und durch den Mangel an Pallisaden. Die unter

der obern Epidermis gelegene Zellschicht besteht aus sehr weitlumigen Zellen von der verschiedensten Form. Rundlich polyedrische und prismatische, parallel oder senkrecht zur Oberfläche gestreckte Zellen mit kleineren oder grösseren Aussackungen finden sich in der gleichen Zellschicht. Dazu ist die Verbindung derselben eine möglichst lockere, indem sich zwischen den einzelnen Zellen grosse Zwischenräume ausbilden, nicht minder gross, als die sie begrenzenden Zellen. Auch das Schwammgewebe hat ein sehr lockeres Gefüge, indem zahlreiche und grosse Intercellularräume zwischen seinen Zellen auftreten. Die Blätter vom Gotthard weichen insofern von dem beschriebenen Baue ab, als die oberste, den Pallisaden entsprechende Schicht aus gleichmässigen, rundlichen Zellen besteht.

Brassica Rapa, weisse Rübe. Die Blätter aus dem Gärtchen am Stein sind weniger dick als die von Meyringen. Während jedoch bei den letzteren deutlich 3 Schichten von Pallisaden vorhanden sind, welche zusammen $^2/_3$ der Blattdicke einnehmen, besteht bei jenen die ganze obere Hälfte des Blattes aus grossen, kugeligen oder nur wenig senkrecht zur Oberfläche gestreckten Zellen von sehr lockerer Verbindung.

Nachdem ich bereits im Sommer 1887 an verschiedenen Pflanzen den abweichenden Bau der Blätter aus alpinen Standorten nachgewiesen, war ich bemüht, die Unterschiede im Blattbau auch auf experimentellem Wege zu erhalten. Ich säete darum zu gleicher Zeit im botanischen Garten in Bern und bei dem mehrmals genannten Hotel Stein am Susten (1860 m.) verschiedene Saxifragaarten aus, bei denen die Standortsunterschiede besonders ausgeprägt waren. Die Kulturen wurden Anfangs April angelegt und für die am Susten die nöthige Erde einem Garten in Meyringen entnommen. Leider gingen die jungen Saxifragapflänzchen bald nach ihrer Keimung zu Grunde. Dagegen entwickelten sich in den Töpfen aus in der Erde enthaltenen Samen verschiedene andere Pflanzen, wie *Atriplex patula, Stellaria media, Lamium purpureum* etc. Diese kamen bis zum Blühen und boten mir nun ebenfalls geeignetes Material zur Untersuchung der Frage, was für einen Einfluss der Höhenstandort auf die Anatomie des Blattes ausübe.

Schon eine oberflächliche Vergleichung ergab, dass diese Pflänzchen am Susten nicht weniger üppig waren, als andere Exemplare derselben Arten in dem Garten von Meyringen, aus welchem die Erde kam. Die Blätter zeigten so ziemlich gleiche Flächenentwickelung, dagegen waren die Blätter am Susten durchgehends weniger dick.

Atriplex patula hat in der Ebene zwei Schichten Pallisaden, die zusammen ungefähr $^2/_3$ der Blattdicke einnehmen; die einzelnen Zellen sind englumig und ihre Verbindung eine innige, lückenlose. Das Schwammgewebe besteht aus vier Schichten rundlicher Zellen. Beim Blatt vom Susten*) sind die zwei Pallisadenschichten ebenfalls vorhanden, sie nehmen jedoch kaum die Hälfte des viel dünneren Blattes ein. Aber in viel grösserem Masse, als die Länge der Zellen abgenommen, hat die Weite derselben zugenommen, so dass sie oft sich der Kugelgestalt sehr nähern und an Weite die Pallisaden der Meyringer Blätter weit übertreffen. Mit der Neigung zur Abrundung, die die Zellen an den Tag legen, treten grössere und kleinere Zwischenräume zwischen ihnen auf, die sich oft längs der ganzen Pallisade erstrecken, so dass auch hier einzelne Zellen nur durch Querwände mit andern in Verbindung sind. Das Schwammparenchym besteht auch aus vier Lagen, unterscheidet sich aber durch sein lockeres Gefüge. Die Epidermiszellen verhalten sich gleich, dagegen ist die Cuticula des alpinen Blattes etwas mehr entwickelt.

Stellaria media verhält sich ähnlich. Das Blatt von Meyringen hat eine Schicht langer und enger Pallisaden, deren Verbindung eine sehr innige ist. Beim alpinen Blatt ist diese Schicht ebenfalls vorhanden, ihre Zellen haben sich jedoch bedeutend erweitert und meist auch verkürzt. Im übrigen verhalten sich die Zellen dieser Schicht sehr verschieden; während einige bei grosser Weite doch noch deutlich cylindrische Form haben, sind andere von rundlicher, mehr kugeliger Gestalt und hie und da mit kleineren Aussackungen versehen, wie sie sonst nur den Zellen des Schwammgewebes eigen sind. Letzteres ist nur möglich, weil die Verbindung der Zellen eine sehr lockere ist. Benachbarte Zellen sind nicht selten der ganzen Länge nach durch grössere Intercellularräume getrennt. Auch im Schwammgewebe ist die Anordnung der Zellen eine gelockerte, mehr als dies beim Blatt der Tiefregion der Fall ist.

Lamium purpureum. Das Mesophyll besteht an beiden Standorten aus vier Lagen. Beim Blatt von Meyringen sind die beiden obern zu typischen Pallisaden ausgebildet, unter welchen das aus rundlichen Zellen bestehende Schwammparenchym liegt. Das ganze Blatt hat ein sehr festes Gefüge, namentlich sucht man zwischen den

*)Den Herren *J. Tännler*, Gastwirth zum Hotel Stein am Susten, und *B. Tännler*, Lehrer in Innertkirchen, welche die Culturen unter ihren besondern Schutz genommen, sage ich hiemit für gute Besorgung derselben meinen besten Dank.

Pallisaden vergebens nach Intercellularräumen. Beim alpinen Blatt haben die beiden obern Schichten ihre schlauchförmig gestreckte Form verloren, sie sind kugelig und unterscheiden sich von den darunter liegenden Zellen des Schwammgewebes durch weites Lumen. Es treten ferner im ganzen Blatt grössere und kleinere Zwischenräume auf, welche die Verbindung der Zellen zu einer sehr lockeren gestalten.

Zusammenfassung der gefundenen anatomischen Thatsachen.

Die angeführten und beschriebenen Beispiele, denen sich unschwer viele andere beifügen liessen, mögen genügen, um die Abweichungen im anatomischen Bau der Alpenblätter zu illustriren.

Fassen wir die im Vorangehenden descriptiv dargestellten Fälle zusammen, so kommen wir zu dem Resultat, dass, abgesehen von den Einflüssen des sonnigen oder schattigen Standortes, die sich in den Alpen in gleicher Weise geltend machen, wie in der Tiefregion, die Blätter von alpinen Standorten in ihrer Struktur nicht unwesentlich differiren von denjenigen der Ebene.

Eine oberflächliche Untersuchung zeigt, dass die alpinen Blätter den in der Ebene gewachsenen an Dicke nachstehen. Es wird zwar als eine charakteristische Eigenthümlichkeit der alpinen Vegetation Dickblättrigkeit angegeben, und es ist wohl auch richtig, dass unter den alpinen Pflanzen solche mit dicken, fleischigen Blättern weniger selten sind, als in der Ebene. Die nämliche Pflanze bildet jedoch unter sonst gleichen Verhältnissen in der Ebene dickere Blätter aus, als in der Alpenregion. Dieser Satz gilt nicht etwa nur für die gewöhnlichen breiten Blätter, sondern nicht weniger für die eigentlichen Dickblätter, welche sich der Cylinderform nähern. So stehen alle untersuchten Blätter der Saxifraga aizoïdes aus alpinen Standorten den im Belpmoos bei Bern oder in Genf gewachsenen an Dicke nach. Von allen untersuchten Pflanzen macht in dieser Hinsicht einzig die Kartoffel eine Ausnahme, deren Blätter an höheren Standorten durchgehends ebenso dick oder dicker sind, als die in der Ebene, während andere, wie Anthyllis, Lactuca sativa etc. wohl in einzelnen Fällen sich abweichend verhalten, im Ganzen aber doch die obige Regel bestätigen.

Mit der Abnahme der Dicke Hand in Hand geht sehr oft eine Zunahme der Flächenentwickelung. Die Blätter werden nach oben dünner, dafür aber von grösserem Umfang. Dicke und Blattgrösse

sind bis auf einen gewissen Grad umgekehrt proportional. Dieser Unterschied, grössere Flächenausdehnung der alpinen Blätter, ist jedoch weniger allgemein, als Abnahme der Dicke. Bei einer Reihe von Pflanzen war in dieser Beziehung keine wesentliche Aenderung zu constatiren, wie dies im descriptiven Theile jedesmal angegeben war. Andere hingegen entwickeln in der Höhe ihre Blätter mit einer Ueppigkeit und mit solchem Umfange, wie dies nur im Waldesschatten der Tiefregion der Fall ist. So bildet, um ein Beispiel anzuführen, Saxifraga cuneifolia am Spicherberg (1550 m.) ob Innertkirchen Blätter aus, die an Grösse die im botanischen Garten in Bern gewachsenen weit hinter sich lassen.

Auch bei den Blättern der Buche im Gentthal, dem höchsten Standorte in der Schweiz, ist eine Zunahme der Blattgrösse nachzuweisen, sie entsprechen etwa den halbschattig gewachsenen Blättern in Bern.

Aehnliche Beobachtungen hat schon *Kerner* gemacht. Er schreibt darüber folgendes*): «Auf den sonnigen Halden des Monte Baldo in Venetien, weit über der Holzgrenze, grünt ein Lerchensporn (Corydalis fabacea) mit derselben Ueppigkeit wie im schattigen Waldgrunde des niedern Hügellandes, und an einer Stelle der Solsteinkette in Tirol erheben sich über das Gerölle in einer Seehöhe von 1800 m. Bingelkraut und gelbe Taubnessel, Baldrianarten, Seidelbast und Farne mit demselben Umfange ihrer Blätter, wie im Waldesschatten der Tiefregion».

Zu diesen genannten Unterschieden, welche mehr die äussere Gestalt des Blattes betreffen, kommen noch solche in dem Gewebe des Blattes, namentlich im Bau des typischen Assimilationsparenchyms, der Pallisaden. Die Gesammtzahl der Zellenlagen im Blattmesophyll scheint zwar meist konstant zu sein, abweichend hingegen ist die Ausbildung, die sie erfahren. Es lassen sich zwei Fälle unterscheiden.

1. Die Zahl der als Pallisaden ausgebildeten Zelllagen differirt nicht; sie ist im alpinen Blatt nicht geringer, als bei dem der Ebene. Das ist namentlich dann der Fall, wenn nur wenig solcher sind, eine oder zwei. Dann unterscheiden sich diejenigen des alpinen Blattes durch geringere Mächtigkeit. Die einzelnen Pallisadenzellen sind viel weniger langgestreckt, absolut und relativ kürzer. Während

*) *Kerner A.* von Marilaun. Das Pflanzenleben. I. Band: Gestalt und Leben der Pflanze. Leipzig, Bibliographisches Institut. 1887, pag. 264.

sie beim Blatt der Tiefregion beispielsweise $^2/_3$ oder $^1/_2$ der Blattdicke einnehmen, sind sie bei alpinen Blättern auf einen viel kleineren Bruchtheil der Dicke des ohnehin dünnern Blattes reduzirt. In den allermeisten Fällen geht Hand in Hand mit der Abnahme der Länge eine fernere Veränderung, der Durchmesser der Zelle wird weiter, und diese entfernt sich so noch mehr von der schlauchförmig gestreckten Gestalt. Pallisadenzellen in der Tiefregion, die sehr langgestreckt und englumig, 6 bis 8 mal so lang als weit sind, entsprechen in der Alpenregion solche, die mehr als noch einmal so weit, aber höchstens halb so lang sind.

Als besonderer Fall, der theilweise von dem genannten abweicht, wäre hier zu nennen das Verhalten der Kartoffel und einiger anderer Pflanzen, welche ein intermediäres Verhalten zeigen, indem die Pallisaden ihrer Blätter an alpinen Standorten kaum weniger lang, aber mehr als noch einmal so weit sind, als in der Tiefregion.

2. Die Zahl der als Pallisaden ausgebildeten Zellschichten wird mit der Höhe eine geringere. Hat das Blatt in der Ebene mehrere Schichten, so sind nicht selten beim alpinen Blatt eine oder mehr als eine Schicht weniger, wozu dann noch kommt, dass meistens mit der Zahl auch die Mächtigkeit der restirenden Schichten geringer geworden ist. Sind beim Blatt der Tiefregion nur wenig Lagen, eine oder höchstens zwei, zu Pallisaden ausgebildet, so fehlen die letztern beim alpinen Blatt nicht selten ganz. Der Unterschied kann also so weit gehen, dass Blätter einer Pflanze in der Ebene mit, in der Höhe ohne Pallisaden vorkommen, wofür Soldanella alpina und pusilla ein Beispiel bieten.

Isolaterale Blätter, die also Pallisaden auf der Ober- und Unterseite besitzen, zeigen in der Höhe nicht selten bifacialen Bau, indem die Pallisaden der Unterseite durch Abnahme des Längendurchmessers ihre typische gestreckte Form eingebüsst haben.

Auch in dem Falle, in welchem Blätter alpiner Standorte sich unterscheiden durch kleinere Zahl der Pallisadenschichten, die noch dazu weniger mächtig sind, kommt der fernere Unterschied hinzu, dass die einzelne Zelle mit der Abnahme der Längenausdehnung zugleich weiter wird, wenigstens in der Mehrzahl der Fälle. So sind bei Arabis alpina, Globularia cordifolia und vielen andern die beiden obersten, unter der obern Epidermis gelegenen Zellschichten nicht nur kürzer, sondern auch bedeutend weiter, als die entsprechenden der Ebene.

In dem Masse, als die Ausdehnung senkrecht zur Blattfläche abnimmt, nimmt diejenige parallel derselben zu. Dies kann so weit gehen, bis ihre Werthe sich gleichkommen und die Zelle aus der langgestreckten, schlauchförmigen in die kugelige oder rundlich polyedrische übergegangen ist.

Zu den genannten Unterschieden im Bau der Assimilationszellen kommt ein fernerer, der mehr ihre Verbindung betrifft. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die Blätter alpiner Standorte sich durch lockere Struktur auszeichnen. Zahl und Grösse der Intercellularräume nehmen mit der Höhe zu. Dies ist nicht nur der Fall bei den Blättern, deren Pallisadenzellen an alpinen Standorten durch weite, kugelige Zellen ersetzt werden, welche selbstverständlich in weniger innige Verbindung treten können, als enge, schlauchförmig gestreckte Zellen, die sich parallel aneinander legen, sondern nicht weniger bei denjenigen, welche auch in der Alpenregion typische Pallisaden beibehalten. Die Verbindung derselben ist meist eine viel weniger feste und innige, indem zwischen ihnen häufig Intercellularräume auftreten. Diese können sich bis zu bedeutender Grösse erweitern; sie erstrecken sich nicht selten längs der ganzen Pallisade und sind oft auf dem Querschnitt nicht weniger breit, als die anliegenden Zellen. Bilder kommen häufig vor, in denen Pallisaden nur an ihren Querwänden Verbindung mit andern Zellen herstellen, während sie an den Längswänden rings von Intercellularräumen umgeben sind. Dieser Unterschied, weniger feste Verbindung der Pallisadenzellen, verursacht durch mehr und grössere Intercellularäume, scheint allgemeiner zu sein, als die oben genannten im Bau der einzelnen Zellen.

Das Schwammgewebe scheint weniger zu differiren mit dem Standorte. Die Zahl der Lagen bleibt sich in den meisten Fällen gleich. Häufig sind seine Zellen an höhern Standorten etwas kleiner, doch ist diese Thatsache nicht so allgemein, dass man sie als charakteristisches Merkmal des alpinen Blattes hinstellen könnte. Es fehlt auch nicht an Beispielen, bei denen das Umgekehrte der Fall ist.

Wohl aber gilt voll und ganz auch für das Schwammgewebe, was über die Verbindung der Pallisadenzellen gesagt wurde. Sein Gefüge ist an höhern Standorten ein weniger festes, indem sich auch hier die Zahl und Grösse der Intercellularräume in den Blättern der alpinen Region vermehrt hat.

Aus dem Mitgetheilten ergibt sich, dass das Laubblatt unter dem Einfluss des alpinen Standortes verschiedene Veränderungen erleidet,

die es von dem der Ebene unterscheiden. Die Unterschiede sind theils äussere und offenbaren sich in der geringeren Dicke, welche oft von einer grössern Flächenentwickelung des Blattes begleitet ist, theils betreffen sie den inneren Bau und die Struktur des Blattes.

An alpinen Blättern ist das typische Assimilationssystem, das Pallisadengewebe, weniger stark entwickelt, das ganze Blattmesophyll hat ein sehr lockeres Gefüge, indem die lufterfüllten Intercellularräume mit der Höhe an Zahl und Grösse zunehmen.

In der Einleitung wurde darauf aufmerksam gemacht, dass Blätter von schattigen Standorten nicht unwesentlich differiren von den in direktem Sonnenlichte gewachsenen. Nach *Stahl* unterscheiden sich die Schattenblätter schon äusserlich durch grössere Flächenentwickelung und geringere Dicke, sind aber ganz besonders charakterisirt durch die Unterschiede im anatomischen Bau, indem das Pallisadengewebe viel weniger stark ausgebildet ist, während die Intercellularräume an Grösse zunehmen.

Vergleichen wir mit diesen die Schattenblätter kennzeichnenden Eigenthümlichkeiten die Abweichungen im Bau des Blattes an alpinen Standorten, so fällt sofort die grosse Uebereinstimmung zwischen alpinen Blättern und Schattenblättern auf.

Wir kommen zu dem überraschenden Resultat, *dass die in den Alpen an freien, sonnigen Standorten gewachsenen Blätter in Bezug auf ihre Form und Struktur des Mesophylls mit den Schattenblättern der Ebene übereinstimmen, indem sie die für die Schattenformen charakteristischen Veränderungen erleiden.*

Diese Regel erleidet jedoch Modifikationen. Aus der Vergleichung sehr vieler Fälle aus den verschiedensten Standorten ergibt sich, dass wir es hier nicht mit einem unumstösslichen Gesetze, sondern mit einer Regel zu thun haben, die einzelne Ausnahmen zulässt.

Ich will nur auf zwei Ausnahmen besonders aufmerksam machen, auf den abweichenden Blattbau der Pflanzen an besonders hoch gelegenen Standorten und auf das regelwidrige Verhalten der Pflanzen auf der Moräne des Stein- und Steinlimmigletschers am Susten. Wir werden sehen, dass die erste Ausnahme nur eine scheinbare ist, während die andere von Wichtigkeit ist für die Beantwortung der Frage, warum die Alpenblätter Schattenblätter sind.

Im ersten Falle besteht nämlich die scheinbare Abweichung von der Regel darin, dass die Blätter der Pflanzen an besonders hoch gelegenen Standorten, meist in Höhen über 2000 m, wo die Vegetation

nicht mehr ein geschlossenes Vorkommen zeigt, sondern nur vereinzelte Exemplare ein kümmerliches Dasein fristen, sehr klein werden und neben sehr geringer Dicke auch eine bedeutende Abnahme der Flächenausdehnung zeigen. Die Zellen der unter der obern Epidermis gelegenen Schichten unterscheiden sich weder durch Grösse noch Form von den darunter liegenden, sondern das ganze Blattmesophyll besteht aus gleichen, kleinen, isodiametrischen Zellen. Diese Ausnahme ist, wie schon gesagt, nur eine scheinbare, denn wir wissen, dass die Schattenblätter nur bis zur Erreichung eines bestimmten Maximums an Grösse zunehmen, von welchem ab die Grösse wieder abnimmt, wobei das Gewebe des Blattes ein kleinzelliges wird. Diese Blätter, die an besonders hoch gelegenen Standorten gewachsen, würden, wenn man die Vergleichung zwischen Alpenblättern und Schattenblättern weiter ausführen will, den etiolirten oder doch Spuren des Etiolements zeigenden Blättern entsprechen.

Die auf der Moräne am Rande des Stein- und Steinlimmigletschers am Susten gewachsenen Blätter zeigen ein intermediäres Verhalten zwischen den typischen Alpenblättern und den Sonnenblättern der Tiefregi on.

Das Blatt von Saxifraga aizoides, welche Pflanze daselbst sehr häufig ist, übertrifft an Dicke alle anderwärts in gleicher Höhe gewachsenen Sonnenblätter und stellt sich in dieser Beziehung den Sonnenblättern der Ebene gleich. Der Bau des Blattes hält so ziemlich die Mitte zwischen dem Blatt von Meyringen und dem typischen alpinen Blatte. Das Assimilationssystem besteht aus drei Schichten Pallisaden, die an Länge denjenigen in den Blättern der Tiefregion fast gleichkommen, an Weite sie jedoch bedeutend übertreffen und sich in dieser Beziehung den andern alpinen Blättern gleichstellen. Auch in Bezug auf die Verbindung der Pallisaden hält das Blatt die Mitte zwischen den genannten Extremen, indem die Pallisaden nicht so geschlossen und lückenlos neben einander liegen, wie beim Blatt von Meyringen, aber doch weniger und kleinere Intercellularräume aufweisen, als das Blatt an den meisten andern alpinen Standorten. Dagegen ist die Cuticula ganz auffallend entwickelt und dadurch unterscheidet sich das Blatt der Moräne vor allen andern sehr. Ein ähnliches, intermediäres Verhalten zeigen die am gleichen Standorte gewachsenen andern Arten, Saxifraga aizoon, Linaria alpina, Arabis alpina, Erinus alpinus, Gypsophila repens und andere.

Die Blätter der genannten Pflanzen stehen in Bezug auf Dicke denen der Ebene gleich und übertreffen die in gleicher Höhe nicht weniger sonnig gewachsenen Blätter bedeutend. Die Pallisaden halten ungefähr die Mitte zwischen den typischen alpinen Blättern und denen der Ebene, indem sie in Bezug auf Länge derselben den letztgenannten nicht nachstehen, dagegen weiter sind als diese und sich in dieser Beziehung mehr den alpinen Blättern nähern. Von allen andern Blättern derselben Art unterscheiden sich die auf der Moräne gewachsenen durch eine aussergewöhnlich dicke Cuticula.

Im Bisherigen haben wir nur die Blattform und das Mesophyll berücksichtigt. Fassen wir noch die Epidermis in's Auge, so zeigt sich da ein etwas abweichendes Verhalten. Wenn auch oft Alpenblätter und Schattenblätter in Bezug auf Umfang und inneren Bau conform erscheinen, oft zum Verwechseln ähnlich sind, so sind die alpinen Blätter meist durch ein Merkmal deutlich charakterisirt und von den Schattenblättern unterschieden, durch die stärker entwickelte Epidermisaussenwand.

Es ist bekannt, dass die Zellwände, namentlich aber die Cuticula, bei Schattenpflanzen viel weniger entwickelt sind, als bei Sonnenpflanzen. In dieser Beziehung ist die Parallele zwischen alpinen Blättern und Schattenblättern eine unvollständige; denn die Cuticula der ersten stellt sich zum mindesten derjenigen der Sonnenblätter der Tiefregion gleich, in vielen Fällen übertrifft sie diese sogar an Dicke. Es mag ferner das interessante Verhalten einiger Pflanzen erwähnt werden, welche an alpinen Standorten auf der Oberseite des Laubblattes deutlich Papillen ausbilden, während bei den Blättern der Tiefregion davon nichts wahrzunehmen ist.

Bemerkt muss hier noch werden, dass es sich bei allen den beschriebenen Abweichungen der Alpenblätter nicht etwa um Eigenschaften handelt, die im Laufe längerer Zeit erworben und vererbt wurden. Dass die Blätter der einjährigen Pflanzen, wie Salat, etc. deren Samen in der Tiefregion gezogen wurde, keine Ausnahme machen von der allgemeinen Regel, beweist, dass es sich hier, wie bei den Schattenblättern um einen *direkten* Einfluss handelt, der sich sofort geltend macht. Es wird sich nun fragen, durch was für Faktoren das abweichende Verhalten der alpinen Blätter bewirkt wird. Eine Antwort auf diese Frage zu geben, soll im zweiten Theile unserer Arbeit versucht werden.

II. Theil.

Warum sind die Alpenblätter Schattenblätter?

Der Ausdruck « alpiner Standort » umfasst einen Complex von Faktoren, da ja das Klima der Alpen sich durch eine Reihe von Eigenthümlichkeiten von dem der umliegenden Niederungen unterscheidet. Es wird darum sehr schwer oder geradezu unmöglich sein, eine direkte Erklärung zu geben für die nachgewiesene Thatsache, dass die Alpenblätter Schattenblätter sind. Da jedoch anzunehmen ist, dass die übereinstimmende Abweichung im Bau der alpinen und Schattenblätter durch denselben, höchstens etwas modifizirten Faktor bewirkt wird, so versuchen wir dies auf indirektem Wege, indem wir zuerst nachzuweisen suchen, durch welche Faktoren das Schattenblatt verursacht wird, und diese Erklärung dann auf die alpinen Blätter übertragen. Wir stehen darum in erster Linie vor der Frage:

Wodurch wird das Schattenblatt verursacht? Mit dieser Frage haben sich schon verschiedene Forscher befasst, zunächst aber *Stahl* und *Haberlandt*. Beide waren bemüht, zwischen der Ursache der Pallisadenbildung und deren physiologischer Bedeutung eine Causalverbindung nachzuweisen. Ihre Meinungen stehen sich jedoch diametral gegenüber, und weitere Schriften haben sich der Erklärungsweise des einen oder des andern der genannten Forscher angeschlossen.

Bekanntlich macht *Stahl**) Form und Stellung der assimilirenden Zellen von den Beleuchtungsverhältnissen abhängig, *Haberlandt***) dagegen erblickt in der Stoffableitung auf möglichst kurzem Wege diejenigen Principien, von welchen der anatomische Bau des assimilatorischen Gewebesystems und Form und Stellung seiner Zellen abhängig sind.

Nach *Stahl* bedecken in den Pallisadenzellen die Chlorophyllkörner die zur Blattfläche senkrechten Wandpartien, befinden sich also den senkrecht auf die Blattfläche fallenden Sonnenstrahlen gegenüber in Profilstellung. In den Schwammparenchymzellen, welche in der Blattfläche ihre grösste Ausdehnung aufweisen, können die Chlorophyllkörner senkrecht einfallendem Licht gegenüber die Flächenstellung einnehmen, welche geringeren Lichtintensitäten entspricht. Das Licht

*) *Stahl* (l. c.).

**) *Haberlandt.* Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems der Pflanzen. Pringsheims Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Band 13.

ist demzufolge nach *Stahl* derjenige Faktor, welcher die Profilstellung der Körner bewirkt. Dagegen ist nach *Haberlandt* die Stellung der Körner nicht durch das Licht bestimmt, sondern die parallel mit der Blattoberfläche gehenden Zellwände des Pallisadenparenchyms sind deshalb von Chlorophyllkörnern entblösst, weil durch sie sich der Strom der auswandernden Assimilate bewegt und ein regelmässiger Stoffverkehr stattfindet.

*Vesque**) kommt durch viele vergleichende Versuche zu der Ansicht, dass zwischen der Ursache der Pallisadenbildung und deren physiologischer Bedeutung keine Causalverbindung bestehe, und dass das Licht auf die Entwickelung der Pallisadenzellen nicht vermittelst der Kohlenstoffassimilation, sondern vermittelst der Transpiration wirke. Nach ihm kann eine feuchte Atmosphäre auch im Lichte die Pallisadenbildung beeinträchtigen, respective verhindern.

Zum gleichen Resultat kommt *Eberdt***). Er hat nämlich einige Pflanzen, darunter namentlich Tropæolum majus gezogen in trockenem Boden und in trockener Atmosphäre, dann in feuchtem Boden und in feuchter Atmosphäre. Im ersten Falle bildeten die Blätter eine mächtige Schicht sehr enger Pallisaden. Die einzelnen Zellen dieser Schicht waren ohne jeden Zwischenraum dicht aneinandergefügt.

Die Blätter, die in feuchtem Boden und in feuchter Atmosphäre gewachsen waren, zeigten eine sehr lockere Verbindung der Pallisadenzellen, indem grössere Intercellularräume zwischen ihnen auftraten. Ebenso hatten sich die Intercellularräume des Schwammparenchyms erweitert und vermehrt.

Zwischen die beiden genannten Versuche hat *Eberdt* einen dritten eingeschaltet, indem er mehrere Exemplare seiner Versuchspflanze in ganz trockener Atmosphäre, aber in feuchtem Boden zog. Diese Blätter hielten in ihrem Bau ungefähr die Mitte zwischen den beiden vorhergenannten. Sie zeigten ebenfalls eine Reihe Pallisadenzellen, wie die ganz trocken gezogenen Blätter. Doch waren hier schon die Zellen weniger dicht aneinander gefügt und viele grössere und kleinere Intercellularräume vorhanden. Sehr feuchter Boden ist also ebenfalls von Einfluss auf den Bau des Blattes. Er ist für sich allein, auch bei ganz trockener Atmosphäre, im Stande, den Bau des Blattes zu verändern.

---

*) *Vesque J.* Sur les causes et sur les limites des variations de structure des végétaux. Bot. Centralblatt, Jahrgang V, Nr. 22.

**) *Eberdt O.* Ueber das Pallisadenparenchym. Bericht der deutschen botanischen Gesellschaft. Jahrgang 1888. Heft 8.

Auch von mir wurde eine Reihe von Experimenten eingeleitet, in denen versucht wurde, den einen oder andern Faktor zu eliminiren und nachzuweisen, durch was für Faktoren das Schattenblatt bewirkt werde.

Die Versuche wurden gemacht mit Saxifraga cuneifolia, welche besonders grosse Standortsunterschiede zeigte, und zwar wurden zu jeder Reihe Exemplare von zwei verschiedenen Standorten gewählt. Die einen kamen vom Monte Cordano ob Nervi, die andern vom Kirchet ob Meyringen. Den verschiedenen Standorten entsprach ein ziemlich verschiedener Bau im Blattparenchym.

Die Blätter von Nervi waren wohl anderthalbmal so dick als die von Meyringen und viel kleiner. Sie hatten drei Schichten langer, enger Pallisaden, zwischen welchen auch die kleinsten Intercellularräume ganz fehlten. Das Blatt von Meyringen zeigte nur eine Pallisadenschicht, die einzelnen Zellen derselben waren dazu kürzer und weiter als im erstgenannten Blatt. Das Schwammgewebe verhielt sich in beiden Fällen ziemlich gleich.

Die Versuche wurden am 18. April 1888 eingeleitet, zu einer Zeit, als die jungen Blätter in den Knospen schon angelegt waren. Die ganz jungen, vom Vegetationspunkt weggenommenen Blätter bestanden zwar noch aus einem meristematischen Gewebe, stimmten jedoch in der Zahl der Schichten mit dem ausgewachsenen Blatte überein. Obschon also von einer Differenzirung in Pallisaden und Schwammgewebe noch nichts zu bemerken war, so wurden doch, um nicht riskiren zu müssen, dass infolge einer allfälligen Nachwirkung die neugebildeten Blätter mit den frühern übereinstimmen und die Experimente also resultatlos seien, die jungen Triebe überall abgeschnitten und die Zweige, welche unter normalen Verhältnissen erst im Jahr 1889 hervorgebrochen wären, ein Jahr früher zur Entwickelung gebracht.

Eine Anzahl Exemplare wurden an einer sehr sonnigen Stelle des botanischen Gartens in Bern in direktem Lichte gezogen, während neben ihnen eine Anzahl anderer von einem dünnen Tuche beschattet waren. Den verschiedenen Wachsthumsbedingungen entsprach ein ganz verschiedener Habitus der Pflanzen. Die vom Tuche bedeckten Pflanzen wuchsen üppig heran und bildeten sehr grosse, dünne Blätter aus.

Der Wuchs der in direktem Sonnenlichte gezogenen Pflänzchen blieb gedrungen, die Blätter waren ganz klein, aber sehr dick und standen in kurzen Rosetten beisammen. Die Pflanzen erinnerten in ihrem Habitus ganz an die Saxifragaarten vom Typus Euaizonia. Nicht

weniger gross als der habituelle war der Unterschied im anatomischen Bau, indem bei den einen das Pallisadengewebe viel mächtiger entwickelt war als bei den andern.

Zur Untersuchung der Frage, was für einen Einfluss grössere oder geringere Transpiration auf die Gestaltung gewisser Gewebepartien habe, wurden Exemplare von Saxifraga cuneifolia an freier Luft gezogen an einer Stelle, wo sie nur Vormittags eine Zeit lang direktes Sonnenlicht erhielten, und neben ihnen andere ganz unter den nämlichen Beleuchtungsverhältnissen, aber unter einer Glasglocke, in feuchter Kammer, in feuchter Atmosphäre und ganz feuchtem Boden.

Schon eine oberflächliche Prüfung zeigte, dass die in feuchter Kammer gewachsenen Blätter weniger dick waren, als die an freier Luft gezogenen, und eine genauere Untersuchung ergab bei diesen zwei Schichten Pallisadenzellen. Die der obern Schicht waren etwa dreimal so lang als weit und schlossen fest an einander, ohne merkliche Intercellularräume zwischen sich zu lassen. Die Zellen der zweiten Schicht waren weniger lang, aber immer noch deutlich senkrecht zur Blattoberfläche gestreckt. Das darunter liegende Schwammgewebe hatte ebenfalls ein ziemlich festes Gefüge, indem zwischen seinen Zellen grössere Intercellularräume ganz fehlten.

Der Bau des in feuchter Atmosphäre und in feuchter Luft gewachsenen Blattes wich in mehr als einer Beziehung von dem beschriebenen ab. Die Blätter bildeten zwar ebenfalls Pallisaden aus, aber nur eine Schicht, die dazu weniger mächtig war, als die obere Schicht des in trockener Atmosphäre gewachsenen Blattes. Zwischen den einzelnen Pallisadenzellen machten sich kleinere und grössere mit Luft erfüllte Intercellularräume geltend, wodurch das Gefüge ein sehr lockeres wurde. Auch im Schwammgewebe traten einige Unterschiede hervor, indem sich auch da die Intercellularräume erweitert und vermehrt hatten.

Dieses Experiment bestätigt nur, was Vesque und Eberdt bereits nachgewiesen haben, dass die Transpiration einen grossen Einfluss auf die Gestaltung des Blattgewebes ausübt.

Wir kommen also zu dem Resultat, dass *die Verlängerung der Pallisadenzellen und die Vermehrung ihrer Lagen durch starke Transpiration herbeigeführt wird. Umgekehrt werden bei verminderter Transpiration die Pallisadenzellen kürzer und weiter und die Zahl der Pallisadenschichten eine geringere.*

Mit der verminderten Transpiration wegen grosser Luftfeuchtigkeit Hand in Hand geht meist ein anderer Faktor, der in ähnlicher Weise, wie diese auf den Bau des Blattes einwirkt, *grosse Feuchtigkeit des Bodens*. Diese ist nach dem angegebenen Experiment von Eberdt für sich allein, auch bei ganz trockener Luft im Stande, auf den Bau des Blattes zu influenziren und namentlich Zunahme der Grösse und Zahl der Intercellularräume herbeizuführen. Die Unterschiede im Blattbau müssen offenbar grösser und deutlicher werden, wenn die beiden Faktoren, herabgesetzte Transpiration infolge grosser Luftfeuchtigkeit und grosse Bodenfeuchtigkeit vereinigt auf das Blatt einwirken, wie dies wohl sehr oft der Fall ist.

Aus den angeführten Versuchen ergibt sich, *dass der abweichende Bau des Schattenblattes bewirkt wird durch herabgesetzte Transpiration und grössere Luftfeuchtigkeit.*

Auch hier geht aus den angestellten Versuchen deutlich hervor, dass es sich nicht etwa um Eigenschaften handelt, die im Laufe längerer Zeit erworben und vererbt wurden; die beschriebenen Abweichungen im Bau der Blätter sind unbedingt zurückzuführen auf eine direkte Einwirkung der äussern Faktoren auf jedes einzelne Blatt*).

Uebertragen wir nun das erhaltene Resultat auf die Alpenblätter, so sagen wir:

Der Bau der Alpenblätter wird bedingt:

1. *Durch herabgesetzte Transpiration.*
2. *Durch grössere Bodenfeuchtigkeit.*

*) Eine kleine Modification erleidet dieser Ausspruch durch die Nachwirkung. Zu verschiedenen Experimenten, die mit Saxifraga cuneifolia gemacht wurden, wurden jeweilen Pflänzchen von Nervi und Meyringen benutzt, die, wie oben angegeben wurde, an ihren ursprünglichen Standorten einen verschiedenen Bau zeigten. Trotzdem die jungen Knospen abgeschnitten und die Zweige zum Treiben gebracht wurden, welche unter normalen Verhältnissen erst ein Jahr später hervorgebrochen wären, so waren doch bei allen Versuchsreihen die unter ganz denselben Bedingungen gewachsenen Blätter ganz deutlich von einander zu unterscheiden, je nachdem die Pflänzchen von Nervi oder Meyringen stammten; in direktem Sonnenlichte bildeten die Blätter der erstern eine Schicht Pallisaden mehr aus als die letztern und hatten auch im Schatten eine Schicht ziemlich langer Pallisaden, während solche in dem daneben unter ganz denselben Bedingungen gewachsenen Blatte der aus Meyringen bezogenen Pflänzchen ganz fehlten. Es lässt sich dies nicht anders erklären, als indem man annimmt, dass die Anlage zur Ausbildung der Pallisaden infolge von Nachwirkung oder Vererbung in vielen Fällen schon vorhanden ist.

Sehen wir nun zu, ob wirklich die klimatischen Verhältnisse so liegen, dass dies angenommen werden darf.

a. Sind in den Alpen die klimatischen Verhältnisse so beschaffen, dass die Transpiration herabgesetzt wird?

Die Behauptung, dass die Alpenblätter weniger transpiriren, scheint auf den ersten Blick paradox und im Widerspruch zu sein mit den bekannten Thatsachen. Man weiss ja, dass in der Höhe alles viel leichter trocknet, und dass infolge des verminderten Luftdruckes unter sonst gleichen Verhältnissen die Verdunstung viel stärker ist, als in der Niederung, und sie wird noch begünstigt durch die lange Insolation der Bergspitzen und Rücken*).

Wenn ich trotz dieser unbestrittenen Thatsache den abweichenden Bau gewisser Gewebepartien des alpinen Blattes dem Einfluss verminderter Transpiration zuschreiben möchte, so geschieht es, indem ich der Evaporationskraft des Hochgebirges einige schwer wiegende Momente entgegenhalte, die wohl im Stande sind, dieselbe für das Laubblatt mehr oder weniger aufzuheben**).

Für unsere Frage kommen offenbar nur die *Sommermonate,* in welchen das Wachsthum der Pflanzen stattfindet, April bis August, in Betracht. Nun haben wir leider von hochgelegenen Gebirgsstationen nur wenige verlässliche und richtig berechnete Feuchtigkeitsbeobachtungen, da es nicht möglich ist, auf hochgelegenen Stationen die Psychrometer resp. Hygrometer in regelmässiger, ordentlicher Funktion zu erhalten. Doch wissen wir***), dass in einer bestimmten Zone die Luft fast constant mit Wasserdampf gesättigt ist. Im Winter liegt dieses dampfgesättigte Luftstratum in geringer Höhe, oft tage- und wochenlang auf dem Boden selbst aufruhend, während es im Sommer in viel grössere Höhe steigt. Der jährliche Gang der relativen Feuchtigkeit ist also auf den Höhen der umgekehrte von dem in der

*) Mit der Höhe nimmt bekanntlich auch die Intensität der Insolation zu, was jedem Besucher grosser Höhenpunkte bekannt ist. Da mit der Erhebung über das Meeresniveau die Luftschichten, welche die Sonnenstrahlen absorbiren, weniger mächtig werden, so muss auch die Absorption geringer werden d. h. die Intensität der Sonnenstrahlung zunehmen. Grosse Intensität der Sonnenstrahlung und damit im Zusammenhang eine relativ hohe Bodenwärme ist eine Haupteigenthümlichkeit des alpinen Klimas.

) Den Herren Professoren Dr. ***Brückner* und Dr. ***Forster*** in Bern, sowie ***F. A. Forel*** in Morges, die mich hiebei mit Rath und Literatur unterstützten, sage ich hiemit meinen ehrerbietigsten Dank.

***) *Hann J.*, Handbuch der Klimatologie. Stuttgart 1883.

Niederung: im Winter grössere Trockenheit, im Frühling und Sommer die grösste Feuchtigkeit, während die Niederungen im Allgemeinen die grösste Sättigung der Luft mit Wasserdampf im Winter haben, die kleinste im Sommer.

*Christ**) schreibt den Alpen-Pflanzen das Bedürfniss nach fortwährender und höchst gesteigerter Feuchtigkeit zu.

«Die austrocknende Wirkung der verdünnten Alpenluft wird durch einen starken Sättigungsgrad der Luft mit Feuchtigkeit in soweit ausgeglichen, dass die Alpenregion im Vergleich zur Ebene der Vegetation eine weit stärkere Luft- und Bodenfeuchtigkeit bietet. Es ist bekannt, dass über den tiefen Regionen, welche im Sommer nebelfrei sind, an unserem Gebirge als normale Erscheinung ein Wolkengürtel schwebt, der mit dem schmelzenden Schnee allmälig ansteigt und im Hochsommer auf die Alpenregion beschränkt bleibt, wo er haftet, auch an schönen Tagen die Gipfel umwallt und mit kräftigen Sonnenblicken abwechselt.

So bedeutend ist der Unterschied der Ebene mit der Alpenregion in dieser Beziehung, dass Mühry für Bern 66 Nebeltage, wovon 16 auf den Sommer fallen, für den Gotthard über 278 Nebeltage anführt, wovon nicht weniger als 79 den Sommermonaten angehören, so dass in 2100 m Höhe nur 13 Sommertage ohne Nebel verlaufen. Dieses charakteristische Element im Klima unserer Alpen, welches jedem Besucher des Gebirges oft nur als Störung, oft aber als magische Erhöhung seiner landschaftlichen Genüsse entgegentritt, bildet nun ein unentbehrliches Lebenselement der Pflanzen».

Ueber den gleichen Punkt schreibt *A. v. Kerner* von Marilaun folgendes**): «Dort wo diese Pflanzen auf den lichtumflossenen Höhen in der Alpenregion gedeihen, ist die Luft gerade so feucht, wie im Grunde des Waldes um 1000 m tiefer im Thale. Wochenlang wallen dort Nebel um die Gehänge, und die Luft ist daselbst gewiss nicht trockener als im Walde des Thales».

Im nämlichen citirten Werke von *Kerner* heisst es an anderer Stelle (pag. 279): «Während der Zeit der kalten, alles durchnässenden und benetzenden Nebel hängen an jedem Blatte Wassertröpfchen, welche so lange nicht abdampfen, als die Luft so überreich mit Wasserdampf erfüllt ist. Hellt das Wetter sich auf, so verflüchtigt sich allerdings das an der Pflanze hängende Wasser. Aber schon in der darauffolgenden

*) *Christ H.* (l. c.).

**) *Kerner A.* von Marilaun (l. c.), pag. 264.

hellen Nacht beschlagen sich alle Pflanzen infolge starker Ausstrahlung wieder mit sehr reichlichem Thaue, der sich nicht selten bis in die Mittagsstunden des nächsten Tages erhält. So setzen im Sommer Regen und Nebel bei trübem und Thau bei hellem Wetter grosse Mengen von Wasser auf den Boden ab und durchfeuchten ihn».

Zur Bestätigung des Gesagten folgt eine genaue Angabe der Zahl der Nebeltage in den Sommermonaten der Jahre 1886 und 1887 an den Beobachtungsstationen Genf, Bern, Gotthard und Rigikulm. Die Zahlen sind den Annalen der schweizerischen meteorologischen Centralanstalt in Zürich entnommen.

Zahl der Tage mit Nebel.

		Genf	Bern	Gotthard	Rigi - Kulm		Genf	Bern	Gotthard	Rigi - Kulm
1886	April	0	3	22	14	1885	1	11	20	20
	Mai	0	1	19	12		0	1	15	15
	Juni	0	1	26	23		0	1	4	10
	Juli	0	2	19	11		0	2	3	14
	August	0	7	23	12		0	2	6	10
1887	April	0	2		10					
	Mai	0	4		21					
	Juni	0	2		8					
	Juli	0	5		16					
	August	0	2		17					

Sachlich zu eben demselben Resultate kommt man, wenn man sehr hoch gelegene Beobachtungsstationen mit solchen der Ebene vergleicht in Bezug auf die Summen der Sonnenscheindauer in den Sommermonaten.

Nach *Billwiller**) ist allerdings die Gesammtsonnenscheindauer

*) ***Billwiller R.*** Vergleichende Resultate der durch Schätzung erhaltenen Daten über den mittleren Bewölkungsgrad des Himmels und der Aufzeichnungen des Sonnenscheinautographen. Separatabdruck aus der Vierteljahrsschrift der Zürcher naturforschenden Gesellschaft. Jahrgang 1888.

des Jahres auf dem Säntis um circa 300 Stunden grösser, als diejenige in Zürich und Basel, aber dieses Mehrbetreffniss fällt nur auf die Monate September bis April, während umgekehrt in den Monaten Mai bis August auf dem Säntis weniger Sonnenschein registrirt wurde. «In der warmen Jahreszeit geben die obern Regionen der Gebirge leicht Anlass zu lokalen Condensationen des Wasserdampfs, während umgekehrt im Winter die Nebelbildung hauptsächlich in den untersten Luftschichten eintritt. Im Januar und Dezember weist Zürich nicht den dritten Theil der Sonnenscheindauer des Säntis auf».

Monatssumme der Sonnenscheindauer in Stunden.
Nach Billwiller l. c.

	April	Mai	Juni	Juli	August
Zürich	105,6	282,4	214,3	251,5	204,4
Basel	72,8	262,4	206,4	162,5	198,1
Säntis	138,8	222,6	183,1	90,5	159,9

Dass die *Intensität* der Sonnenstrahlung an heitern Tagen im Gebirge eine sehr grosse ist, wurde oben bereits hervorgehoben. Das Wachsthum der Alpenpflanzen findet also unter Beleuchtungsverhältnissen statt, die ziemlich verschieden sind von denjenigen der Ebene. Wir haben in der Höhe eine sehr intensive, aber nur kürzere Zeit andauernde Insolation, während umgekehrt in den Niederungen die Sonnenschein*dauer* in den Sommermonaten viel grösser, dafür aber die Sonnenstrahlung viel weniger intensiv ist.

Um die Frage zu untersuchen, was für einen Einfluss eine sehr intensive, aber nur kurze Zeit andauernde Insolation auf den Bau des Blattes ausübe, wurden mehrere Exemplare unserer Versuchspflanze, Saxifraga cuneifolia, im Mai, Juni und Juli 1888 jeweilen nur über die Mittagszeit $2^1/_2$ Stunden, von 11 Uhr Vormittags bis $1^1/_2$ Uhr Nachmittags, also zu der Zeit, da die Insolation am intensivsten ist, an einer sehr sonnigen Stelle des botanischen Gartens in Bern dem direkten

Sonnenlichte ausgesetzt. In der übrigen Zeit waren sie von einem innen schwarz ausgeschlagenen Holzkasten bedeckt.

Die Pflänzchen gediehen alle ganz gut und wurden schön grün. Die Blätter blieben jedoch klein und sehr dünn, und zur Pallisadenbildung kam es gar nicht. Die Zellen der unter der obern Epidermis gelegenen Schicht waren von rundlich polyedrischer oder kugeliger Gestalt, von einer Streckung senkrecht zur Blattoberfläche war gar nichts wahrzunehmen. Dagegen waren sie viel grösser und weitlumiger als die darunter liegenden Zellen. Ganz schattig gezogene Blätter der nämlichen Pflanze näherten sich in ihrem Bau viel mehr dem Sonnentypus, indem sie doch eine Schicht deutlicher, wenn auch nicht sehr langer Pallisaden ausbilden. Es geht daraus deutlich hervor, dass wenn es zur Bildung von Pallisaden kommen soll, auch eine bestimmte Insolations*dauer* nothwendig ist, die nicht durch sehr grosse Intensität der Insolation ersetzt werden kann.

Ein Faktor, der in sehr wesentlicher Weise die Wasserverdunstung beeinflusst, ist das Sättigungsdefizit der Luft, indem Zunahme des Sättigungsdefizites die Transpiration erhöht. Unsere Beobachtungen verlangen demnach für die Höhenstandorte ein geringeres Sättigungsdefizit als für die Ebene, und es war daher von Interesse, das Defizit für verschiedene Höhen zu vergleichen. Es berechnet sich dasselbe aus der relativen Feuchtigkeit (r) und der absoluten (a) nach der Formel

$$\Delta = \frac{a(100 - r)}{r}.$$

Wir lassen nun einige Zahlen für Δ folgen, welche wir zum Theil aus den uns von der schweizerischen meteorologischen Centralstation gütigst mitgetheilten, wie zum Theil aus dem Bericht der Anstalt entnommenen Monatsmitteln für a und r berechnet. Diese Zahlen sind jedoch nur approximativ, da die Formel eigentlich nur für die einzelnen Beobachtungen gilt*).

Sättigungsdefizite in mm. Dunstdruck.

	1887				1888			
	April	Mai	Juni	Juli	April	Mai	Juni	Juli
Genf . .	2,79	2,60	5,60	5,71	1,90	4,70	4,80	4,29
Bern . .	2,65	2,14	5,35	4,75	1,40	3,97	3,28	3,16
Guttannen	1,67	1,33	2,49	2,23	1,05	2,95	2,18	1,66
Rigi-Kulm	0,96	0,77	3,33	2,21	0,696	1,67	1,63	0,94

*) *Weihrauch.* Ueber das Sättigungsdefizit. Met. Zeitschrift II, 1885, p. 260.

Auch hier ergibt sich also in Uebereinstimmung mit den übrigen Thatsachen für die beim Wachtsthum der Pflanzen in Frage kommenden Monate und die beiden Jahre, auf die sich unsere Untersuchungen erstrecken, ein geringeres Sättigungsdefizit für die höhern Lagen.

Nun ist aber für die Transpiration an verschiedenen Höhenstandorten nicht nur das Sättigungsdefizit massgeblich, sondern es muss auch der Luftdruck berücksichtigt werden, dessen Abnahme nach oben in umgekehrtem Sinne beeinflusst, und ferner die Temperatur. *Weilenmann* hat nun versucht*), die Evaporationskraft aus den übrigen meteorologischen Elementen zu berechnen und stellt für die Verdunstungshöhe h eine Formel auf, welcher *Hugo Meyer***) folgende Gestalt gibt:

$$h = \mu \left(\Sigma \frac{\Delta}{\alpha + 0{,}0067\ b} + \gamma\ \Sigma \frac{\Delta\ w}{\alpha + 0{,}0067\ b} \right).$$

Es bezeichnet in derselben Δ das Sättigungsdefizit, α die Aenderung der Sättigungsspannkraft bei der herschenden Lufttemperatur für 1^0 Temperaturänderung, b den Barometerstand, μ und γ sind constant.

Da nun Weilenmanns Tabelle (l. c., pag. 270) zeigt, dass der zweite, die Windgeschwindigkeit enthaltende Theil der Formel ohne bedeutenden Einfluss ist, so vernachlässigen wir ihn, d. h. setzen $\gamma = 0$ und es ergibt die Berechnung von $\frac{\Delta}{\alpha + 0{,}0067\ b}$ Zahlen, die eine Vergleichung der Verdunstungsmenge verschiedener Höhenlagen zulassen. Es sind dies die folgenden (wie oben unter Zugrundelegung der Monatsmittel).

	1887				1888			
	April	Mai	Juni	Juli	April	Mai	Juni	Juli
Genf . .	0,51	0,47	0,95	0,94	0,35	0,83	0,83	0,74
Bern . .	0,50	0,39	0,93	0,82	0,27	0,72	0,58	0,56
Guttannen	0,33	0,26	0,47	0,41	0,21	0,57	0,41	0,32
Rigi-Kulm	0,21	0,17	0,70	0,45	0,16	0,37	0,35	0,20

Es ist dies ein Resultat, welches wie die übrigen Thatsachen für geringere Transpiration in grössern Höhenlagen spricht. Die Differenz zwischen den verschiedenen Standorten ist dabei so bedeutend, dass jedenfalls die Berücksichtigung der Windgeschwindigkeit zwar die Quantitäten derselben, aber gewiss nicht ihren Sinn beeinflussen kann.

*) Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie, Bd. VII, 1877, pag. 268.

**) Meteorologische Zeitschrift 1885, pag. 154.

Auch das Verhalten der Saxifraga cuneifolia von Nervi, deren Blätter, obschon dieselben unter einem überhängenden Felsen ganz schattig gewachsen, doch in ihrem Bau viel ausgesprocheneren Sonnentypus zeigen, als die ganz sonnig gewachsenen Blätter von Genf und Bern, erklärt sich auf diese Weise leicht, da für Nervi und Umgebung ein sehr hohes Sättigungsdefizit und eine grosse Verdunstungshöhe vorliegt.

Nur dann, wenn man geringere Transpiration als Ursache annimmt für den anders gestalteten Bau der Blätter, lässt sich die Ausnahme erklären, auf welche im ersten, descriptiven Theile aufmerksam gemacht wurde, dass nämlich die Blätter von der Moräne am Stein- und Steinlimmigletscher am Susten erheblich von dem Typus der Alpenblätter abweichen in der Weise, dass hier die Pallisaden viel länger sind und viel inniger und geschlossener neben einander liegen, und dass namentlich die Zahl und Grösse der Intercellularräume abgenommen hat, mit andern Worten, dass die Blätter des Gletscherrandes mehr Sonnentypus zeigen als die andern.

Ch. Dufour und *F. A. Forel**) haben nachgewiesen, dass die Oberfläche des Gletschers die Wasserdämpfe der Luft condensirt, und dass deswegen die Luft auf der Oberfläche und in der unmittelbaren Nähe des Gletschers viel trockener ist, als an Orten, die um geringe Distanz vom Gletscher entfernt sind. So ist nach ihren Versuchen die Luft auf der Oberfläche und am Rande des Rhonegletschers viel trockener, als bei dem um 900 m entfernten Hôtel.

«Nous exprimons donc bien la réalité en attribuant au glacier une puissante action de dessèchement de l'air. Les glaciers et les neiges éternelles agissent par rapport à l'humidité de l'air des régions avoisinantes comme pourraient le faire d'immenses éponges imbibées d'acide sulfurique ou des montagnes de chaux vive».

b. Ist in den Alpen die Bodenfeuchtigkeit grösser?

Nicht nur feuchte Atmosphäre, sondern auch sehr feuchter Boden ist für sich allein, bei ganz trockener Atmosphäre, im Stande, den Bau des Blattes zu verändern.

---

*) *Ch. Dufour* et *F. A. Forel.* Recherches sur la condensation de la vapeur aqueuse de l'air au contact de la glace et sur l'évaporation.

Tiré du Bulletin No. 64 de la Société vaudoise des sciences naturelles, vol. X.

Für den vorliegenden Fall ist diese Thatsache von grosser Wichtigkeit. Denn eine sehr grosse Feuchtigkeit wird man dem Boden in den Alpen, wenigstens für die Zeit, in der die meisten Blätter zur Entwickelung kommen, nicht abstreiten können.

In bedeutenderen Höhen ist die ganze vegetative Entwickelung in einem kürzern Zeitraum zusammengedrängt. In den unteren Regionen*) beginnt das Grünen der Wiese nicht unmittelbar nach der Schneeschmelze. Die Erde erscheint einige Zeit gelb, fast wie im Herbst und harrt so der wärmern Tage. Anders in der Höhe. Unmittelbar nach dem Schwinden des Schnees, ja oft unter demselben fangen die Blätter zu treiben an, zu einer Zeit, da der Boden noch ganz trieft vom Schneewasser und sich kneten und formen lässt. Auch später hält der Boden, in welchem alle diese Pflanzen wurzeln und dem sie ihre Nahrung entnehmen, nicht nur von dem Schneewasser der dicken Schneedecke und den aus den Schneelagern niederrieselnden Wasserquellen, sondern auch von reichlichen atmosphärischen Niederschlägen des Sommers, die bekanntlich mit der Höhe sehr zunehmen, wie nebenstehende Tabelle zeigt, grosse Mengen zurück.

Monats-Summen der Niederschlagsmenge
nach den Annalen der schweizerischen meteorologischen Centralanstalt.

		Genf	Bern	Gutlannen	Gotthard	Rigi-Kulm
1886	April . .	67,0	14,0	89,8	398,5	103,5
	Mai . .	78.2	119,0	145,6	154,2	215,6
	Juni . .	52,2	47,1	59,6	140,2	87,7
	Juli . .	20,2	39,5	61,1	163,2	197,7
	August .	64,0	94,4	99,0	256,3	197,0
1887	April . .	55	56	119	170	172
	Mai . .	80	72	125	259	87
	Juni . .	39	108	161	90	366
	Juli . .	95	90	178	138	263
	August .	63	130	137	96	306

*) Siehe *Schwendener*, die periodischen Erscheinungen der Natur, insbesondere der Pflanzenwelt. Zürich 1856.

Mit diesen Angaben stimmt überein die Thatsache, welche *Christ* in seinem mehrmals citirten Werke angibt und welche allen denen, die sich mit der Kultur von Alpenpflanzen in der Ebene abgeben, bekannt ist, die Thatsache nämlich, dass die Alpenpflanzen das Bedürfniss nach fortwährender und höchst gesteigerter Feuchtigkeit der Luft und des Bodens haben. Sie müssen, um nicht auszutrocknen, sehr oft und reichlich begossen werden und gehen oft unerbittlich zu Grunde, wenn man dies nur ein einziges Mal zu thun unterlässt, wenn ihre Wurzelfasern auch nur einmal trocknen.

Mit den geschilderten Thatsachen steht auch im Einklang die Erscheinung, dass Pflanzen, welche in der Niederung nur an sehr nassen Orten gedeihen, in der Höhe ziemlich allgemein verbreitet sind, wie Parnassia palustris, und dass andere, welche in der Tiefe nie sich aus dem Schatten des Waldes hinauswagen, in der alpinen Region an freien, sonnigen Stellen mit dem gleichen Umfang ihrer Blätter und ganz gleichem Bau des Assimilationsgewebes vorkommen. Ja, man könnte dies als einen Beweis dafür ansehen, dass die Blätter im Schatten in der Tiefregion nicht wegen des Lichtmangels, sondern wegen der geringeren Transpiration und grössern Bodenfeuchtigkeit einen andern Bau erhalten.

Die genannten Faktoren, Feuchtigkeit der Luft wegen der vielen Nebel und sehr grosse Feuchtigkeit des Bodens, namentlich zu der Zeit, da die Pflanzen ihre Blätter treiben, sind schwer wiegende Momente, welche wohl im Stande sind, wenn vielleicht auch nicht einzeln für sich, doch im Verein mit einander den für die alpinen Blätter charakteristischen, abweichenden Bau herbeizuführen.

Als andere Faktoren, an die bei der Erklärung der Alpenblätter noch gedacht werden könnte, nennne ich die dicke Cuticula der Alpenblätter, die stärkere Wärmeausstrahlung bei Nacht und die Schneebedeckung.

Zu einer gewissen Zeit ist vielleicht die meist stark entwickelte Cuticula nicht ohne Einfluss auf die Herabsetzung der Transpiration. Infolge der Zunahme ihrer Dicke und ihrerer chemischen Umwandlung verliert die Zellwand mehr und mehr die Fähigkeit, Flüssigkeiten durchzulassen, und schliesslich kann sie für Wasser und Wasserdampf nahezu undurchlässig werden. Allzu hoch darf jedoch die Cuticula schon deshalb nicht in Rechnung gebracht werden, weil ich an einigen Pflanzen beobachtet, dass die Cuticula erst lange nachher, nachdem das

Blatt sowohl in Bezug auf Grösse und Gestalt, als inneren Bau, namentlich Ausbildung des Assimilationsgewebes, seine definitive Ausbildung erlangt hat, anfängt, sich umzubilden und zu verdicken. Das Gleiche ist wohl bei allen den Blättern der Fall, welche wellige Seitenwände und starke Cuticularschichten besitzen.

Die Verdünnung der Luft mit der Höhe bedingt neben der intensiveren Insolation bei Tag auch eine stärkere Wärmeausstrahlung bei Nacht. Da jedoch bei einem in Bern angestellten Versuche mehrere Exemplare der sehr empfindlichen Saxifraga cuneifolia, die während ihrer ganzen Wachsthumszeit jede Nacht bedeckt waren, damit die nächtliche Wärmestrahlung verhindert werde, keine Abweichung im Bau zeigten von andern, bei welchen die Ausstrahlung ungehindert stattfinden konnte, so erlaube ich mir diesen Faktor für unsere Frage ausser Acht zu lassen.

Dagegen ist es wohl möglich, dass das Fehlen von Pallisaden, namentlich bei kleineren Pflanzen, zum Theil wenigstens daher rührt, dass die Blätter unter dem Schnee sich entwickeln.

Was nun die Blätter besonders hoher Standorte betrifft, so müssen wir annehmen, dass sie ihre kleinzellige Struktur einem Extrem von Herabsetzung der Transpiration verdanken, vielleicht unter Mitwirkung noch anderer Faktoren.

Aus den etiolirten Blättern, die wir oben mit ihnen verglichen, lässt sich ein Schluss auf die Alpenblätter nicht ziehen, weil dazu vorher festgestellt sein müsste, dass die kleinzellige Struktur auch durch herabgesetzte Transpiration bewirkt wird. Ein Versuch von *Vesque* könnte zwar auch zu Gunsten letzterer Annahme angesehen werden.

Im Bisherigen wurde der Bau des Blattmesophylls berücksichtigt. Nun aber unterscheidet sich das alpine Blatt vom Schattenblatt durch dickere Cuticula und Papillen, und es fragt sich, wie diese Abweichungen zu erklären seien.

Dass die alpinen Blätter eine wohl entwickelte Cuticula besitzen, scheint auf den ersten Blick nicht recht vereinbar mit der angenommenen Luftfeuchtigkeit. Denn an feuchten und schattigen Standorten der Tiefregion erscheint in den Blättern die Aussenwand der Epidermiszellen nur wenig dicker als die Innenwand, und es bildet die Cuticula nur eine dünne Schicht. Das Verhalten der Cuticula bedarf allerdings noch näherer Untersuchung; da sich, wie oben angegeben, in vielen Fällen die Cuticula erst ausbildet, wenn das Blatt im Uebrigen seine

definitive Ausbildung erlangt hat, so glaube ich, dass das Verhalten der Cuticula eher auf Assimilationsverhältnisse zurückzuführen sei.

Für die fernere Thatsache, dass eine Anzahl von Pflanzen in der Höhe Papillen besitzen, während sie derselben in der Tiefe vollständig entbehren, bin ich gegenwärtig nicht im Falle, eine Erklärung zu geben, um so weniger, da verschiedene angestellte Experimente unconstante Resultate ergaben.

Nach *Kerner**) kommt es nicht selten bei an feuchten Orten, an Bächen, Flüssen und Sümpfen wachsenden Pflanzen vor, dass ein Theil der Epidermiszellen papillen- oder zapfenförmig vorgewölbt sind, zwischen welchen ebenso viele Vertiefungen liegen, in denen die Spaltöffnungen sich befinden. Das übereinstimmende Verhalten einiger Alpenpflanzen mit Pflanzen feuchter Standorte der Tiefe dürfte wohl auch für die oben angeführten Ursachen des abweichenden Baues der alpinen Blätter sprechen.

Fassen wir das Ergebniss obiger Untersuchungen noch einmal kurz zusammen, so wurde vorerst nachgewiesen, dass *die in den Alpen an freien, sonnigen Standorten gewachsenen Blätter in Bezug auf Form und Struktur mit den Schattenblättern der Tiefregion übereinstimmen.*

Dieses abweichende Verhalten der Alpenblätter haben wir, gestützt auf die bekannten Thatsachen, zu erklären gesucht

1. *mit herabgesetzter Transpiration infolge grosser Luftfeuchtigkeit und*
2. *mit sehr grosser Bodenfeuchtigkeit.*

Wir glauben zwar gegenwärtig nicht, dass eine andere Erklärung für das Verhalten der alpinen Blätter möglich sei; gleichwohl ist die Arbeit nicht als abschliessend anzusehen. Es ist nämlich, in Bezug auf die oben angegebenen Werthe für die Sättigungsdefizite und die Verdunstungshöhe hervorzuheben, dass die Blattentwickelung in der Höhe und in der Tiefregion nicht ganz zur nämlichen Zeit erfolgt, sondern sich um eine gewisse Zeit gegeneinander verschiebt in dem Sinne, dass die Entwicklung unten früher erfolgt. Es können daher nicht ohne weiteres die in den Tabellen über Sättigungsdefizite und Verdunstungshöhe einander entsprechenden Zahlen mit einander verglichen werden, sondern diejenigen, welche oben und unten auch für die Blattentwickelungszeit gelten. Zu dem Ende müssten aber genauere Untersuchungen über die Blattentwickelungszeit vorliegen, welche uns

*) *Kerner A.* von Marilaun. (l. c.).

zur Stunde nicht zur Verfügung stehen, sondern durch genaue und weitläufige Untersuchungen erst noch gewonnen werden müssen. Dies ist eine Aufgabe für spätere Untersuchungen, durch die vielleicht unser hier gegebener Erklärungsversuch eine Modification erleiden wird. Ebenso bedarf auch das Verhalten der Cuticula noch einer eingehenden Untersuchung.

Erklärung der Figuren.

Die Bilder sind mit der Camera lucida gezeichnet; das Verhältniss der Pallisaden unter sich und zur Blattdicke ist also ganz genau. Im Übrigen sind sie etwas schematisch gehalten.

Figur 1. Querschnitt durch das Blatt von Saxifraga cuneifolia aus Bern.
» 2. » » » » » » » » von Genf.
» 3. » » » » » » » » » Nervi.
» 4. » » » » » » » » »Spicherberg (1550m).
» 5. » » » » » Soldanella alpina von Bern.
» 6. » » » » » » » » » Engstlen (2000 m).
» 7. » » » » » Globularia cordifolia von Meyringen.
» 8. » » » » » » » » » Sätteli (1900 m).
» 9. » » » » » Acer Pseudoplatanus von Bern.
» 10. » » » » » » » » » Engstlen(1860m).

Dr. Edmund v. Fellenberg.

Ueber den Flussspath von Oltschenalp und dessen technische Verwerthung.

Ein historisch-naturwissenschaftliches Memorandum für spätere Zeiten.

Vorgetragen in der Sitzung vom 16. Februar 1889.

In unsern Alpen ist der Flussspath oder Fluorit keine Seltenheit und tritt im Gebiete des Protogins (Gneissgranits), der verschiedenen Gneisse und krystallinen Schiefer nicht selten und mitunter in vorzüglicher Färbung und interessanten Krystallformen auf. Er findet sich als Begleiter anderer Mineralien, wie namentlich des Bergkrystalls, des Rauchquarzes, Adulars, Calcits etc., in Adern und Klüften als Ausfüllung und namentlich in Hohlräumen und Drusen auskrystallisirt vor. Eines der kostbarsten Vorkommnisse dieses namentlich auf Erzgängen so sehr verbreiteten Minerales ist der im Gebiete des Protogins des Oberhaslithales und Triftgebietes vorkommende rosenrothe Flussspath in octaëdrischen Krystallen. Wohl der merkwürdigste und schönste war der Anfangs der 70er Jahre angeblich im Gebiete des Bächligletschers gefundene Flussspath in ganz wasserhellen Krystallen des Cuboctaëders, mit einer innern bläulichen oder violetten Zone, welche einen rosenrothen Kern umhüllte.

Nicht weniger interessant, jedoch räthselhafter in ihrer Entstehung und Bildungsweise, sind zahlreiche Vorkommnisse von Flussspath im Gebiete der Kalkalpen und des Jura, in durchaus sedimentären und nicht im Geringsten veränderten Ablagerungen der verschiedenen Etagen der Kreide- und Juraformation. Unter diesen hat ein Vorkommen eine aussergewöhnliche Bedeutung erlangt durch sein Auftreten in grösseren Quantitäten und seine technische Verwendbarkeit, von welchem in Folgendem die Rede sein soll.

Die älteste Nachricht über das Vorkommen von Flussspath in den Voralpen, im Gebiete der sedimentären Kalkbildungen, aus welchen die Voralpen der Stockhorn- und Faulhornkette zusammengesetzt sind, findet sich bei G. S. Gruner in seinen «*Mineralien des Schweizerlandes*». *Gottlieb Sigmund Gruner* führt in seinem «*Versuch eines Verzeichnisses der Mineralien des Schweizerlandes*», Bern 1775, offenbar den Flussspath vom *Raun beim Giessbach* unter folgender Bezeichnung an:

In der Klasse II. Steine. Unter den Kalksteinen: «Lapides calcarei, «pag. 32. g. *Durchscheinender Gyps,* Gypsum solidum pellucidum, Gypse «transparent et solide. g. *Bern,* in der *inneren Weid bei Brienz*».

Noch deutlicher ist die Beschreibung des hellgrauen Vorkommens, woraus erhellt, dass nichts anderes als Flussspath gemeint sein kann:

«h. Scheinender Gyps. Gypsum irregulare, lamellosum, calcinatum «in tenebris lucens. Phosphorus Boloniensis. Gypse phosphorique ou «Pierre de Bologne. *Bern,* in der *inneren Weid bei Brienz.* Ist «*grünlich,* auch *schön smaragdgrün* und *hart wie Krystall*». Ferner: pag. 37 wieder unter Klasse II. Steine. «O. Kalksteine, Lapides calcarei. «h. *Glasspath.* Spathium solidum plus minus pellucidum, particulis «non distinguibilibus. Muria lapidea phosphorens. Spathium vitreum. «Spat vitreux. *Bern, im Raum* und *innere Weid am Brienzersee*».

Vergleiche ferner eine Beschreibung in *Höpfners: Magazin für die Naturkunde Helvetiens.* 4. Band, 1789; in dem Bericht des Herrn Oberbergrath Ferber aus Berlin über eine in einem Theil der Bernischen Alpen unternommene Reise, die Untersuchung der dortigen Blei- und Eisenwerke betreffend:

In einem Schreiben an den Herausgeber von Herrn General-Commissarius Manuel, Mitglied des Grossen Raths, heisst es pag. 103: «*Montag, den 2. August Morgens,* fuhren wir auf Tracht, von da «schifften wir gerade über den See, um am Brienzerberg den Ort zu «untersuchen, wo man den Ihnen bekannten, schönen, grünen Flussspath «gefunden haf; als wir etwan eine gute Viertelstunde den Berg hinauf «gestiegen waren, fanden wir in einem niedrigen, in einer Weid liegen- «den, aus weissgrauen Kalksteinen bestehenden Felsen, eine Kluft, in «welcher sich ein Trum von weissem und grauem Kalkspath in grossen «rhomboidalischen Krystallen bricht; dieser Ort heisst *im Katzenfadt.* «Anderthalb Stunden obenher hinter einer Weid, «*im Raum*» genannt, «in einem Tannenwald befindet sich ebenfalls ein Kalkfels, wo in einer «Kluft bemeldter Flussspath lage; dennoch fanden wir nicht mehr als «ein Trum von einem dem vorigen ähnlichen Kalkspath; der Fluss- «spath hatte da nicht gangweise gebrochen, er lage nur in blossen «Stücken in einer zu Tage offenen, mit Letten angefüllten Kluft, die «nun ganz erschöpft war, so dass, obschon wir einige Tage vorher einen «Bergmann dahin geschickt hatten, um dieser Kluft nachzugraben und «dieselbe mit Sprengen noch mehr zu eröffnen, gar keiner mehr zu «finden war. Wie mögen nun so viele Centner Flussspath, die hier

«oft in ziemlich grossen, losen, meist würfligen krystallisirten Stücken «ausgegegraben worden sind, dahin versetzt worden sein, da in der «Nähe kein Gang davon bekannt ist?» So weit Herr Manuel.

Im Berner Museum ist noch eine schöne Stufe würfelförmigen krystallisirten Flussspathes aufgestellt von lauchgrüner Farbe mit aufgeklebter Etiquette «Flussspath, grüner, von Raun gegenüber Brienz».

Diese Localität «*Raun*» ist, so viel mir letzten Herbst ein beim Abstieg von der Axalp begegnender Küherjunge auf Befragen sofort erklärte, ein Wald, der sich westlich von der Alpterrasse der sogenannten *Giessbachgüter,* einer Weide mit Hütten am Weg nach dem Faulhorn, erstreckt. Dieser Wald wird von einer vielleicht stellenweise bis 30 Meter hohen Felswand von weisslichem Alpenkalk (Hochgebirgskalk des oberen Jura) durchzogen, in welcher, der Beschreibung Manuels an Dr. Höpfner nach, die Flussspath führende Lettenkluft gelegen haben muss.

Ebenfalls im Berner Museum lag früher eine gleichartige Stufe grünen Flussspaths mit der Etiquette *Brienzergrat.* Ich vermuthe, es sei hier derselbe Fundort gemeint, indem dieses den «*Raum*» oder «*Raun*» beherrschende Gebirge im Briefe Manuels an Höpfner den Namen *Brienzerberg* trägt (siehe oben), was leicht später aus Verwechslung in *Brienzergrat* abgeändert worden sein mag. Ich glaube nicht, dass irgendwo am *Brienzergrat* nördlich des Brienzersee's, der aus Flysch besteht, möchte Flussspath vorgekommen sein.

Ein weiteres Exemplar des grünen Flussspathes im Berner Museum trägt die Etiquette «*Unterwalden*». Ueber die dortige Fundstätte habe ich nichts in Erfahrung bringen können.

Diesen Lagerstätten von grünem Flussspath in Kalksteinen der alpinen Juraformation entspricht ein ganz analoges Vorkommen grünen Flussspathes in Würfeln von der *Vorderdürrschrennenalp am Säntis,* daselbst jedoch in einer Etage der Kreideformation auftretend. Kleine, gelblich braune und weinfarbige Krystalle von Flussspath kommen auch in Klüften des Kalkfelsens am *Salève bei Genf* vor, dessen Schichten ebenfalls *oberjurassisch* sind.

Weitaus das wichtigste Vorkommen von Flussspath jedoch, das uns hier näher beschäftigen soll, und *leider zu spät eine so hohe Bedeutung für die Technik, genauer für die Optik erlangen sollte,* ist dasjenige auf *Oltscheren* oder *Oltschialp, genauer am Oltschikopf, südlich des Dorfes Brienzwyler im Berner Oberland.*

Im Jahre 1830 entdeckten einige Aelpler am Fuss des *Oltschikopfs (2235 m.) auf Oltscheren* in einer Schutthalde Bruchstücke eines

glänzenden, späthigen Minerales von ausgezeichneter Durchsichtigkeit, welches sie natürlich für Strahlen, d. h. Bergkrystall hielten. Hoch oben an der beinahe senkrechten Felswand, die aus glatt und jäh aufsteigenden Kalkplatten besteht, war ein Loch im Felsen sichtbar. Die Leute schlossen sofort, es möchte dort die Fundstelle der durchsichtigen «*Strahlen*» liegen und nach Ueberwindung grosser Schwierigkeiten und unter Lebensgefahr und Anbringung mehrerer Sprossenleitern gelang es den kühnen «*Strahlern*», das Loch zu erreichen. Sie hatten sich nicht getäuscht. Sie fanden eine senkrecht aufsteigende Höhlung (Schlotte) mit Lehm gefüllt und in diesem Loch kamen grosse Massen weissen d. h. durchsichtigen, grauen, jedoch auch grünen Flussspaths vor, der nun wie eine Goldgrube ausgebeutet wurde, in der Meinung der Leute, sie hätten einen riesigen Schatz entdeckt. Eine Original-Etiquette im Berner Museum von der Hand des Herrn Berghauptmann Beckh sel. in Thun, die bei einer schönen Gruppe wasserhellen Flussspathes liegt, lautet:

«Flussspath, Spaltungsoctaëder aus einer Lettenkluft der Burg auf der Alp Oltscheren vis-à-vis Brienzwyler. 1830 von Hans Fischer und Mithaften von Brienzwyler circa 200 Centner ausgebeutet, wobei Krystallmassen von 2 Centner dabei waren.

G. S. Beckh, Bergbau-Verwalter».

Die Strahler H. Fischer und Mithaften scheinen damals mit ihrem Fund grössere Reisen gemacht zu haben. So erinnere ich mich ganz gut aus dem Kolleg des Herrn Prof. B. Studer sel., dass er uns bei der Behandlung des Flussspathes die schönen, wasserhellen Krystalle von der Oltschen-Alp vorwies und uns erzählte, es seien im Jahr 1830 einmal ein paar Oberländer mit einem Karren bei ihm vorgefahren und hätten ihm Flussspath zum Verkauf angeboten und zwar einen ganzen grossen Karren voll, in welchem neben einzelnen, apart eingepackten, besseren krystallisirten Exemplaren Blöcke von mehr als einem Fuss Durchmesser gelegen seien, von denen die einen durchsichtig wie Wasser, und ausgesehen hätten wie Eisblöcke, die meisten jedoch trüb, grau und grünlich von Farbe waren. Professor B. Studer kaufte den Leuten einige hübsch krystallisirte Stücke ab und wies sie für das Uebrige an Chemiker und chemische Fabriken. Es scheint jedoch, dass sie nicht viel in Bern verkauft haben, denn, wie alte Leute in Brienzwyler versicherten, sei einer von den «Mithaften» mit dem Zeug weit herum, sogar nach Italien gereist, sei aber über nichts gekommen, sondern verlumpt und hätte noch Klumpen

von dem Minerale zurückgebracht nach Brienzwyler, *welche Klumpen erst im vorigen Jahre eifrigst und zu schönen Preisen zusammengekauft wurden.* Seit dem Jahre 1830 nun ruhte die Flussspathhöhle ob Oltscheren vollständig; einzelne schöne Krystalle und grössere Massen waren in vielen Schweizer Sammlungen sichtbar und die Erinnerung an den Fund war so weit verloren gegangen, dass der wirkliche Fundort unbekannt blieb und *nie von einem Geologen ist besucht worden.* Auch Prof. B. Studer, den dieses Vorkommen nur mässig interessiren mochte, hat die Fundstelle nie besucht.

Im Sommer 1886 sollte die Oltschener Waare wieder der Vergessenheit entrissen werden. Herr Dr. Abbe, Professor der Physik an der Universität Jena, hatte auf der Nachsuche nach wasserhellem Flussspath bei Herrn Mineralienfactor B. Wappler in Freiberg (Sachsen) Stücke von solchem gesehen, die Herr Wappler viele Jahre vorher im Austausch gegen sächsische Mineralien von mir erhalten hatte. Wappler gab an, die Stücke von mir erhalten zu haben, und gab ganz richtig als Fundort *das untere Haslithal im Kanton Bern* an. Nach dieser Auskunft reiste Herr Professor Abbe sofort nach der Schweiz und suchte mich auf. Er zeigte mir ein Spaltungsstück durchsichtigen Flussspathes vor mit dem Befragen, ob ich ihm angeben könne, wo dieses Mineral in der Schweiz zu finden sei. Ich erkannte es sofort als Oltschener und zeigte Herrn Abbe die aufgestellten Exemplare im Berner Museum und konnte ihm unverzüglich zu sehr schönen Preisen alle Doubletten dieses Vorkommens sowie einige sehr schöne Massen aus dem Bürki-Nachlass verkaufen und wies ihn als Jemand, der vielleicht noch die Lokalität kennen möchte, an den Direktor des pyrotechnischen Laboratoriums in Oberried bei Brienz, den früheren Gymnasiallehrer Herrn Hamberger, sowie an die Wildhüter und Jäger Caspar Blatter und seine Brüder, Strahler und Pflanzensammler in Meyringen, die ihm am ehesten über die Fundstätte des Flussspathes auf Oltscheren Auskunft geben könnten. Professor Abbe kam nicht unverrichteter Sache zurück, sondern hatte sich mit Guttanner- und Meyringer-Krystallsammlern in Verbindung gesetzt, und es wurde die Umgebung der Oltscheren-Alp neuerdings nach Flussspath abgesucht, ja *es gelang schon im Herbst 1886, die alte Fundstelle oder Höhle an der Burg* (siehe Beckh's Etiquette) *wieder zu entdecken und neuerdings zugänglich zu machen.* Jedoch erwies sie sich als vollständig ausgebeutet. Ueber die weiteren Untersuchungen hatte Herr Prof. Abbe die Güte mir zu berichten wie folgt, mit der Erlaubniss. von seinem Bericht Gebrauch zu machen.

Er schreibt unter dem Datum des *23. October 1886* unter anderem folgendes, da ich nur dasjenige anführe, was in Bezug auf die Geschichte der Flussspathfunde im Oltscheren-Gebiet von Wichtigkeit ist, *de dato Jena:*

«Ich habe nun alsbald, nachdem ich in Bern (August 1886) war, «die durch Ihre Güte erhaltenen Notizen über den Ursprung des «wasserhellen Fluorits, so weit ich konnte, weiter verfolgt, um wo- «möglich die Quelle selbst wieder zu erschliessen — denn davon hängt «zunächst Alles ab. Die ganze Sache bleibt ein blosses Experiment, «ohne praktische Folgen, wenn es nicht gelingt, eine Fundstelle auf- «zufinden, welche wenigstens etliche Centner guten Fluorits liefern «kann».

«Bis jetzt bin ich damit freilich nicht glücklich gewesen. Herr «*Hamberger* (Vater, Pyrotechniker in Oberried, früher Lehrer an der «Realschule in Bern), dessen Adresse Sie mir gaben, hatte noch ein «paar Kilo Flussspath, die er mir abtrat — leider fast völlig unbrauchbar, «wie sich jetzt bei genauerer Untersuchung herausstellt. Ueber die «Fundstelle selbst wusste er aber auch Genaueres nicht anzugeben; «er war selbst nicht dort gewesen. Ich habe nachher ein paar Hasli- «thaler Krystallsucher beauftragt, auf der *Oltscheren-Alp* nach Fluorit «zu suchen, indem ich Ihnen die durch Sie erhaltene Notiz (über den «Fund von 1830) als Richtschnur und Stücke wasserhellen Fluorits «als Proben mitgab. Da diese Leute aber im September viel mit ihren «Wirthschaftsangelegenheiten zu thun haben, so haben sie zwar die «Gegend vorläufig einmal inspicirt, ein genaueres Untersuchen aber er- «klärten sie erst im nächsten Sommer für thunlich. Die bestimmteren «Angaben von Beckh (gewesenem Berghauptmann in Thun, siehe oben) «welche Ihr heutiger Brief mir mittheilt, namentlich die Notiz: «*Letten- «kluft der Burg*» und «*vis-à-vis Brienzwyler*» können vielleicht für «die Sache im nächsten Sommer werthvolle Anhaltspunkte darbieten. «Im nächsten Jahre werde ich, so bald ich kann, wieder nach der «betreffenden Gegend gehen, um die Leute zu weiteren Nachforschungen «zu animiren».

Im Spätherbst 1886 oder im Frühjahr 1887 wurde die Durchforschung des *Gebietes der Oltscheren-Alp, der Burg, des Oltschikopfs* u. s. w. von den Krystallsuchern M. Ott und C. Streich von Guttannen, sowie von Wildhüter Caspar Blatter und seinem Sohn Melchior (Menk) energisch fortgesetzt und es gelang den Betreffenden, nicht nur *die alte Höhle, respective die ausgeräumte Lettenkluft vom Jahr 1830 wieder aufzu-*

finden und unter Anwendung von Leitern *wieder zugänglich zu machen*, sondern eine *neue Localität* zu entdecken, die in Betreff *der Schönheit grüngefärbter Krystallgruppen und wohl ausgebildeter Einzelkrystalle von Flussspath wohl bis jetzt unübertroffen dasteht.* Es kamen nämlich im Laufe des Frühsommers 1887 die erstgenannten «*Strahler*» nach Bern und boten dem Naturhistorischen Museum eine Reihe ganz prachtvoller Krystallgruppen zum Kaufe an. In den zartesten Farbentönen von lichteisbläulichen und zartapfelgrünen bis zu tiefdunkelgrünen waren alle Nüancen des Grünen in theilweise prachtvoll ausgebildeten Individuen von 1 Centimeter Durchmesser bis zu einem Riesenkrystall von über 20 Centimeter Kantenlänge vertreten. Die Flussspathkrystalle dieses neuen Vorkommens zeigten alle eine rauhe Oberfläche, einzelne wie marmorirt oder wie *chagrin und moiré* aussehend, die meisten zeigen Eindrücke auf den Flächen, andere sind mit unregelmässigen Löchern bedeckt, die stellenweise so zunehmen, dass aus den Krystallen völlig zerfressene, löcherige, wie *gehackt aussehende Krystallmassen* werden. Manche der helleren Stücke sehen aus wie Eis, welches an der Sonne zu schmelzen anfängt. Die meisten Krystalle zeigen den Würfel, einige combinirt mit dem Rhombendodecaëder, dessen Flächen dann immer matt sind, und einzelne Krystalle zeigen noch die Eckenabstumpfung des Achtundvierzigflächners. Jedoch nicht nur die Krystallsucher Ott und Streich brachten grünen Flussspath in den Handel, sondern auch die Blatter von Meyringen, Vater und Sohn hatten ganz vorzügliche Stufen zum Verkauf ausgeboten und zwar einzelne Gruppen und Einzelkrystalle von *absolut reinstem Wasser und vollkommener Farblosigkeit.*

Da ich nun wusste, dass Herr Professor Dr. Abbe unter vielen pecuniären Opfern und Vorschüssen bedeutender Gelder die Durchforschung des Oltschener Gebietes angeregt hatte, war ich erstaunt, das Material anderswohin als an den eigentlichen Urheber der Ausbeutung verkauft zu sehen. Auf mein Befragen antworteten mir die beiden Strahler M. Ott und Streich, sie hätten keinen verbindlichen Accord mit Herrn Prof. Abbe, sie hätten ihm bloss versprochen, den farblosen Flussspath abzuliefern, mit dem gefärbten dürften sie anfangen, was sie wollten, übrigens hätten sie jetzt die rechte Lagerstätte gefunden und es solle Jemand wagen, sie davon zu vertreiben, es käme Einer schlecht weg u. s. w.

Ich hielt es denn doch für meine Pflicht, Herrn Prof. Dr. Abbe von den neuen Funden in Kenntniss zu setzen, zumal allmählig überall, im Ober-Wallis, im Gadmenthal und an der Gotthardstrasse grüner Flussspath von Oltscheren zum Verkauf angeboten wurde. Allein das Berner

Museum hatte aus einer ganzen Sendung eine Suite Krystalle gekauft und zu einer Gruppe unter Glasglocke vereinigt, im Ankaufspreis von Fr. 350, welche jetzt eine der schönsten Zierden der an Prachtstücken so reichen Mineralien-Sammlung dieses Institutes bildet. Professor Abbe schrieb von Jena am 26. Juni 1887 als Antwort auf meine Meldung folgendes:

«Von besonderem Interesse ist es mir, aus Ihrem geschätzten «Schreiben zu erfahren, dass *meine Bemühungen um die Wiederauffindung «der alten Fundstelle wenigstens den Erfolg gehabt haben, mineralogisch «interessante und werthvolle Specimina von Flussspath zu Tage zu «bringen.* Die beiden Krystallsucher Ott und Streich aus Guttannen «und Boden, welche Ihre Lieferanten ohne Zweifel gewesen sind, haben «in der That *ihre Nachforschungen auf meinen Antrieb und auch ganz «auf meine Kosten unternommen,* und diese Nachforschungen, nachdem «sie (angeblich) festgestellt hatten, dass an der alten Stelle auf der «Oltschen-Alp nichts mehr zu finden sei — auf andere Berge am «Brienzersee ausgedehnt».

«Mir haben die Genannten einmal im vorigen November und «dann wieder vor Kurzem je ein beträchtliches Quantum Fluorit ge«sandt, in Form von unregelmässigen Brocken, stark durch Wasser «oder Eis corrodirt, meist ohne Andeutung von Krystallform — augen«scheinlich aus Lehmgrund zusammengelesen (nicht abgebrochen). «Leider aber war davon so gut wie nichts brauchbar — alles ganz «dicht durchsetzt von nebligen Schichten, gebildet durch feine Luft«blasen, so dass nur mit vieler Mühe hie und da ein ganz kleines, «klares Stückchen herauszuspalten war. Ich warte aber zur Zeit noch «darauf, dass sich bei weiterem Suchen solcher Flussspath finden «werde, der in der durchschnittlichen Reinheit dem alten Fund wenigstens «einigermassen gleich kommt; andernfalls müsste die beabsichtigte «Anwendung für optische Zwecke wieder aufgegeben werden, da das«jenige, was ich — durch Ihre freundliche Beihülfe — von den Ueber«resten jenes früheren Fundes erhalten habe, *für die Versuche ziemlich «aufgegangen ist.* Den genannten beiden Krystallsammlern gegenüber «habe ich mich von Beginn an auf den Standpunkt gestellt, das ganze «Risico etwaigen vergeblichen Suchens meinerseits zu tragen und sie «durch eine liberale Bezahlung für ihre, ohne Zweifel mühsame Arbeit «zu eifrigem Nachsuchen anzuspornen. Auf diese Weise hat mich *das «Unternehmen der Beiden bis jetzt über 900 Francs gekostet,* die «sie theils als Vorzahlung für das hieher gesandte, thatsächlich fast «werthlose Material von mir erhalten haben — *auf ihre ausdrückliche*

«*Versicherung hin, dass sie bei ihren vielfachen, beschwerlichen Ex-*
«*peditionen durchaus nichts Anderes, für sie Verwerthbares, gefunden*
«*hätten. In diesem letzteren Punkte haben mich die Beiden augenscheinlich*
«*hinter's Licht geführt;* ich bin aber damit zufrieden, dass diese ver-
«heimlichten Funde wenigstens an diejenige Stelle gekommen sind,
«wohin sie naturgemäss gehören und wohin ich selbst sie sofort ver-
«wiesen haben würde, wenn ich darüber Kenntniss erhalten hätte».

«Bis zum Herbst wird es sich nun wohl entscheiden, ob in der
«betreffenden Gegend Fluorit zu finden ist, der eine *regelmässige Ver-*
«*wendung für optische Zwecke* zulässt — oder nicht». So weit Prof. Abbe. Für uns ist das Facit mit wenig Worten folgendes: Prof. Abbe *gibt gegen Tausend Franken den Strahlern in die Hände, meist als Vorschuss zum Suchen und als Aufmunterung zu gefährlichen (?) Expeditionen und als Bezahlung für werthlosen, zerbrochenen Schund und Abraum* und dieselben löblichen beiden Strahler finden endlich eine mit den herrlichsten Kabinetstücken erfüllte, neue Lehmkluft, leichter zugänglich als jede andere, beuten dieselbe fröhlich aus, verkaufen für mehr als tausend Franken(?) der herrlichsten Kabinetstücke in alle Welt, aber derjenige, der sie zu der Untersuchung angeregt hat, in dessen Sold sie gleichsam stehen, dem sie, wenn abgerechnet werden sollte, noch mehrere Hundert Franken schuldig wären, der gute Herr hat das Nachsehen, vernimmt erst später vom Funde, nachdem unter der Hand die geheime Beute längst lachend vertheilt ist! Dies ein neues, nettes Müsterchen von der sogenannten Biederkeit der Alpensöhne! Doch es hat alles sein Ende, so auch die Raubwirthschaft und das Flibustierthum!

Nachdem allerorts von den Blattern, von den Guttannern und anderen im Laufe des Sommers 1887 immer mehr schöner Flussspath in den Handel gelangt war, kam es endlich der *Gemeinde Brienzwyler, auf deren Gebiet die Oltschiburg und die Alp Oltscheren liegt, in den Sinn, dass der Flussspath da oben eigentlich ihr Eigenthum sei,* so gut wie das dort wachsende Gras und dass sie aus der Verpachtung der Ausbeutung des Flussspathes etwas ziehen könnte, und liess ein *amtlich genehmigtes Verbot gegen Ausbeutung oder Suchen nach nutzbaren Mineralien auf ihrem gesammten Territorium anschlagen und in den Localblättern, sowie im Amtsblatt des Kantons Bern publiciren, und es wurde der Senne der nächstliegenden Alp* (Oberfeld) *mit der Beaufsichtigung des Oltschikopfs, der Burg und Umgebung betraut.*

Anfangs wurde, wie es scheint, noch im Geheimen hie und da gegraben; nachdem aber einer der Flibustier in flagranti abgefasst

worden war und sich durch eine ziemlich hohe Summe von der Strafe hatte loskaufen müssen, ruhte eine Zeit lang die Ausbeutung, während welcher dagegen zwischen der Gemeinde Brienzwyler und Herrn Prof. E. Abbe und Consorten Unterhandlungen gepflogen wurden, wegen *Verpachtung der Ausbeutung des Flussspathes oder gemeinsamer Ausbeutung*. Dem Vernehmen nach hatte nun ein Consortium von Capitalisten, an deren Spitze die Firma *Carl Zeiss, Optisches Institut in Jena*, und Herr *Professor Abbe ebendaselbst*, stehen, mit der Gemeinde Brienzwyler einen Pachtvertrag auf 5 Jahre abgeschlossen, wonach dem Consortium *„Zeiss, Abbe & Co."* die Ausbeutung sämmtlicher auf dem Gebiete der Gemeinde Brienzwyler liegender Flussspathlagerstätten ausschliesslich eingeräumt wird. Die *Gemeinde Brienzwyler* behält sich vor, jeweilen bei der Ausbeutung durch Männer aus ihrem Bezirk vertreten zu sein, vorzüglich durch einen oder zwei Gemeinderäthe, welche darüber zu wachen haben, dass das gewonnene Material vor Zeugen sortirt werde, damit die Gemeinde nicht zu kurz komme. Es hat sich nämlich die Gemeinde Brienzwyler als ihren Antheil, quasi als Theil ihres Pachtzinses, vorbehalten: das *Behändigen allen Flussspathes, der von dem leitenden Ingenieur der Grube als zu optischen Zwecken untauglich erkannt werde*. Nun ist einleuchtend, dass das Consortium, um den zu optischen Zwecken brauchbaren Flussspath auszuklauben, das Recht hatte, allen gewonnenen sorgfältig zu untersuchen und natürlich in kleine Stücke zu zerschlagen, um die klaren zu Linsen gebräuchlichen Splitter auszusuchen.

Dadurch erhielt natürlich der andere Partner, die Gemeinde Brienzwyler, allerdings eine Menge Flussspath, dem Volumen nach weit aus den grössern Theil, aber in welchem Zustand? — als zerschlagenes Haufwerk —, seltener in grösseren, undurchsichtigen Klumpen und in den wenigsten Fällen in Form brauchbarer Kabinetstücke, so dass allem Anschein nach der Gemeinde Brienzwyler viel besser würde geholfen sein, wenn sie gegen Entrichtung eines fixen Pachtschillings dem deutschen Consortium die Ausbeutung frank und frei aushingegeben hätte.

Das Consortium nun fing die Arbeit auf Oltscheren im Frühsommer 1888 an und stellte als Grubendirector Herrn Bergingenieur Kahle aus Jena an, der sich in einer comfortablen Hütte der schönen *Alp Bühlen* 1620 m häuslich einrichtete und von dort aus die Arbeiten leitete. Nachdem die Ausbeutung eingeleitet und die Durchforschung des ganzen Oltscherengebietes grösstentheils beendigt war, schrieb mir Herr

Prof. Dr. Abbe vom *Hôtel Reichenbach bei Meiringen de dato 3. Juli 1888* folgenden Bericht, der über den Gang der ganzen Flussspath-Untersuchung und dessen technische Verwendung allen wünschbaren Aufschluss gibt und zur Vervollständigung, wenn auch schon theilweise früher Erwähntes wiederholend, in extenso wiedergegeben wird. Prof. Abbe schreibt:

«Wie ich Ihnen früher schrieb, haben die Guttanner Strahler, «die ich mit der Suche beauftragt hatte, den von Ihnen erhaltenen «Winken folgend, schon im Herbst *1886 die alte Fundstelle auf der «Oltscheren-Alp* (oder, wie sich jetzt herausgestellt hat, *eine* von «diesen alten Fundstellen) *wieder aufgefunden*. Sie haben damals am «*Oltschikopf* und bei weiterer Fortsetzung des Suchens im Sommer «(1887) angeblich auch an anderen Stellen in der Nachbarschaft mehrfach Flussspath gesammelt, theils in krystallinischen, theils in späthigen «Stücken. Einiges wenige davon war für meine Zwecke nothdürftig «brauchbar, *nichts aber mit dem Material des alten Fundes* (von 1830) «*vergleichbar, weder in Reinheit noch in Farblosigkeit*».

«Weitern Nachforschungen stellte sich im vorigen Sommer das «Hinderniss entgegen, dass Seitens *der Gemeinde Brienzwyler das «Suchen und Sammeln auf der Oltschi-Alp unter Verbot gestellt wurde*. «Um nun noch einen letzten Versuch machen zu können, womöglich «besseres Material zu finden, habe ich bei Gelegenheit meines letzten «Besuches in der Schweiz mit obiger Gemeinde mich verständigt und «nunmehr gegen eine Art Pachtgeld und das Versprechen einer Abgabe von dem Gefundenen die Erlaubniss erhalten, am *Oltschikopf «(der sogen. Burg)* regelrecht suchen lassen zu dürfen. Seit voriger «Woche sind denn, soweit das sehr veränderliche Wetter es gestattet hat, mehrere Sammler, mit Leitern und Sprengzeug ausgerüstet, oben beschäftigt. Ich selbst bin ebenfalls einige Tage auf «der Alp gewesen und gedenke nochmals hinauf zu gehen, sobald «besseres Wetter eintritt.»

«Bisher hat sich nur soviel feststellen lassen, dass *der alte «Fund von 1830 aus zwei Höhlen* am *Südost-Abhang der „Burg"* «stammt. Die tiefer unten liegende ist unschwer zugänglich; die «andere aber, hoch oben an einer steilen Felswand, hat nur mit einer «72 Fuss langen Leiter, von einem schmalen Felsvorsprung aus, erreicht werden können. Nach den im Schutt gefundenen Resten zu «schliessen, ist *hier der ganz wasserhelle Flussspath, der für den «alten Fund so charakteristisch ist, gesammelt worden. Beide Höhlen «haben sich leider als vollständig ausgebeutet herausgestellt*».

»Ich lasse nunmehr den Berg an andern Stellen absuchen, wo »ich sonst Spuren von Flussspath oder Anzeichen von Höhlen gefunden »habe. Ueber das Ergebniss dieser fortgesetzten Nachforschung werde »ich mir erlauben, seiner Zeit Ihnen zu berichten. Inzwischen komme »ich meinem früher gegebenen Versprechen nach, Ihnen *über die »Verwendung des Flussspathes.* um welche es sich bei der Sache »handelt, *Näheres mitzutheilen.*«

»Die von mir in's Auge gefasste und durchgeführte Anwendung »findet statt bei der Construction von *Mikroskop-Objectiven feinerer »Art,* wie solche die Werkstätte von C. Zeiss in Jena seit dem Jahre »1886 herstellt; und sie beruht auf den besonderen *optischen Eigen»schaften,* welche das Mineral auszeichnen. Diese sind: ein unge»wöhnlich *niedriger Brechungsexponent* (1,435 für die Frauenhofer'sche »Linie D oder das Natronlicht) und eine ungewöhnlich geringe Farben»zerstreuung (die nur etwa halb so gross ist wie die Farbenzer»streuung des gewöhnlichen Crownglases). Dazu kommt noch drittens »ein besonders günstiges Verhältniss der partiellen Dispersion für »die verschiedenen Abschnitte des Spectrums, durch welches eine »sehr vollkommene Achromatisirung (durch compensirendes Flintglas) »ermöglicht wird.«

»Die angeführten optischen Eigenschaften des Flussspathes (die »auf dem specifischen optischen Verhalten des *Fluors* beruhen) sind »seit lange bekannt — übrigens wohl auch *an dem Oltschener Spath »zuerst genauer festgestellt worden.* Früher hat man indess damit »nichts anfangen können, weil den Optikern *geeignete Glasarten zur »Kombination mit dem Flussspath fehlten.* Seit dem Jahre 1881 habe »ich nun aber, in Verbindung mit einem befreundeten Chemiker, *Dr. »O. Schott in Jena,* systematische Versuche ausgeführt zur Herstellung »*neuer Arten optischen Glases,* speziell durch Benutzung von *Borsäure »und Phosphorsäure* an Stelle der früher allein angewandten Kiesel»säure, und diese Versuche haben, nachdem *der preussische Staat »uns eine namhafte Subvention zur Weiterführung derselben auf fa»brikatorischem Wege geleistet hat,* seit dem Jahre 1886 der praktischen »Optik eine Anzahl *neuer Glasflüsse* (speziell Borat- und Phosphat»gläser) zur Verfügung gestellt, welche unter Anderem auch eine vor»theilhafte Ausnutzung der oben angeführten Eigenschaften des Fluorits, »im Besonderen bei der Construction von verbesserten Mikroskop»Linsen, gestatten. Durch Anwendung des Fluorits für *einzelne Linsen* »in diesen *sehr zusammengesetzten Linsensystemen* erreicht man ge-

«wisse Verbesserungen in der optischen Leistung des Mikroskopes, «die man zwar auch mit Hilfe *jener neueren Glasarten allein* gewinnen «könnte, jedoch nur *wesentlich schwieriger und umständlicher*. Aus «*diesem Grunde* bin ich auf die Verwendung jenes Minerales für «Mikroskop-Objective verfallen, nachdem unsere Versuche, *in künst-«liche Glasflüsse das Fluor in grösseren Mengen einzuführen*, auf all-«zugrosse technische Schwierigkeiten gestossen waren. Zu ihrer «weiteren Information sende Ihnen anbei die Geschäftsanzeige der «Zeiss'schen Werkstätte über die betreffenden Mikroskop-Constructionen «(in französischer Sprache) und einen Abdruck des Aufsatzes, in «welchem ich die optischen Gesichtspunkte, die dieser Construction «zu Grunde liegen, dargelegt habe.*) *In dem Einen wie in dem «Anderen ist die Verwendung* des *Fluorits noch nicht erwähnt*. Es «war hierzu kein directer Anlass, weil das Entscheidende und Wesent-«liche bei den neuen Objectiv-Constructionen nicht darauf beruht, «diese Anwendung vielmehr nur ein allerdings sehr werthvolles — «*Erleichterungsmittel* — für die praktische Durchführung der darge-«legten optischen Gesichtspunkte ist; und es musste (wie ich Ihnen «früher schon angab) rathsam erscheinen, dieses Auskunftsmittel nicht «an die grosse Glocke zu hängen, bevor wir uns nicht selbst einiges «Material gesichert hatten. Gegenwärtig ist diese Rücksicht auf das «geschäftliche Interesse der Firma Zeiss gegenstandslos geworden und «ich werde nächstens selbst genauere Mittheilungen über die Modali-«täten der Anwendung des Fluorits für die betreffenden Zwecke ver-«öffentlichen. — *Ob diese Verwendung auf die Dauer aufrecht zu «erhalten sein wird, muss freilich davon abhängen, ob sich nahezu «farbloser und lauterer Fluorit irgendwo in ausreichender Menge auf-«finden lässt. Was jetzt davon vorliegt, würde in einigen Jahren «verbraucht sein. Daher mein Eifer um Entdeckung neuer Fund-«stellen!*»

Es lag mir schon seit Beginn der Correspondenz mit Herrn Professor Abbe, und namentlich seit dem prächtigen Funde des Jahres

---

*) 1. *Nouveaux Objectifs et Oculaires pour Microscopes*, construits avec les verres spéciaux de la Verrerie scientifique (Schott & Comp.) par *Carl Zeiss*, Atelier d'optique à Jéna. 8°. 14 pag.

2. *Ueber Verbesserungen des Mikroskops mit Hilfe neuer Arten optischen Glases.* Von *Dr. E. Abbe.* 8°. 24 pag. (Separat-Abdruck aus den Sitzungs-Berichten der medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena. Sitzung vom 9. Juni 1886.)

1887, natürlich sehr viel daran, die altberühmte Fundstelle auf Oltscheren selbst einmal zu besuchen, und so nahm ich um so lieber eine freundliche Einladung Professor Abbe's an, der Flussspathgrube einen Besuch abzustatten, als ich in *Herrn Ingenieur P. Kahle* einen trefflichen Führer für die Fundstätten des Flussspaths und den besten Kenner der ganzen Umgegend daselbst zu treffen hoffen durfte. Es wurde jedoch die dritte Woche September 1888, ehe ich dazu kam, meinen Plan auszuführen. Endlich traf ich den 22. September Mittags in Meyringen ein und suchte den Wildhüter Kaspar Blatter auf, der mir noch eine prächtige Suite theils wasserhellen, theils grünen, theils schön krystallisirten, theils wie zerfressen aussehenden Flussspathes zeigen konnte. Er hatte dieses prächtige Material ebenfalls im Jahre 1887 in der neuen von M. Ott und C. Streich entdeckten Kluft oder Schlotte am Oltschikopf gewonnen. Jedoch wurden bereits von den Händlern solche exorbitante Preise gefordert, *dass die wasserhellen selbst Herrn Prof. Abbe zu optischen Zwecken zu theuer geworden waren!* Nichtsdestoweniger acquirirte ich einige kleinere wasserhelle Krystalle für das Berner Museum, wahre Unica in ihrer Art und mit keinem anderen Flussspathvorkommen vergleichbar. Am folgenden Morgen stiegen wir nach Ueberschreitung der Aarebene bei der Station Meyringen hinauf zur *Alp Bühlen*, wo Herr Ingenieur Kahle sein Quartier aufgeschlagen hatte. Ein angenehmer, nirgends sehr steil ansteigender Fusspfad, viel Abwechslung von Wald, Weide und hübschen Felspartien bietend, führt über *Prasti, Schüttelboden, Laui-Vorsass* und *Platten* nach *Bühlen*. Für Botaniker mag von Interesse sein, dass im alten, dicht bemoosten Tannenwald ob Prasti dicht am Wege die seltene Orchidee, Corallorchiza innata, häufig ist. Ganz am Anfange unseres Aufstieges begegnete uns Herr Kahle, der in's Hotel Reichenbach, wo er ein eigentliches Bureau hatte, sich begeben wollte. Sobald jedoch Herr Kahle von unserem Vorhaben, die Oltscherengrube zu besuchen, gehört, kehrte er sogleich mit uns um und sandte C. Blatter nach dem Hotel Reichenbach mit dem Auftrag zur Bestellung von Proviant in fester und flüssiger Form. Auf *Bühlen* waren wir nicht wenig erstaunt, ein recht gut gebautes Bauernhaus oder Sommerchalet zu finden mit einigen kleinen Zimmerchen, Küche und geräumigem Stallraum. Hier hatte Herr Ingenieur Kahle sich seit zwei Monaten installirt und bei dem regnerischen und stürmischen Sommer, der mehrere Schneefälle bis in die Nähe der Hütte brachte, einen gerade nicht sehr comfortabeln Aufenthalt durchgemacht, während dieser Zeit jedoch die

ganze Umgegend der Oltschen Alp, der Burg, des Axalphorns, ja bis nach dem Wildgerst und Schwarzhorn hinauf alle Berge nach Flussspath durchsucht und zugleich eine genaue Karte des Oltschikopfes sowie geologische Profile aufgenommen. Nach der baldigen Rückkehr C. Blatters mit Proviant und einem luxuriösen, von Herrn Kahle präparirten «Lunch» stiegen wir um 2 Uhr Nachmittags durch den flachen Thalboden von Oltscheren zur oberen Alp *Oberfeld* (1823 m.) empor, von wo wir nun die *südliche Abdachung des Oltschikopfes, worin alle Flussspathanbrüche liegen,* übersahen. Die *Südwand des Oltschikopfes* wird gebildet von steil (65—70°) südfallenden Schichten von hellgrauem Malm, sog. Hochgebirgskalk (oberen Jura), *während im Thalboden am Oberfeld die grauschwarzen Oxfordschiefer anstehen.* Diese Schichten von Hochgebirgskalk bieten uns *ihre Schichtflächen* dar und bilden eine wohl 150 Meter hohe, gerade, plattige Wand, die nur von zahlreichen schmalen Bändern oder Gesimsen treppenförmig unterbrochen wird, welche die Schichtköpfe der schalenförmig übereinander liegenden Schichten darstellen. Diese ganze Wand des Südabfalles des Oltschikopfes bildet den Südschenkel eines stehenden Gewölbes von Schichten, das gegen Norden zu wunderbar zusammengequetschten Falten zusammengestaut wird, welches Profil vom Grätli zwischen Axalphorn und Oltschikopf sehr schön sichtbar ist. (Vergleiche Dr. *Th. Studer* Geologische Beobachtungen im Gebiete des Schwarzhorn-Massivs, mit drei Profilen. Separat-Abdruck aus den Mittheilungen der bernischen Naturforschenden Gesellschaft. 1882. Bern, B. F. Haller.)

Hier zeigte uns jetzt Herr Kahle hoch oben in der Mitte der Plattenwand, wohl über 100 Meter über dem Fuss der Felsen ein weithin sichtbares, senkrechtes, schwarzes Loch; *es ist die Fundstelle resp. die ausgeräumte Kluft, die im Jahre 1830 die herrlichen wasserhellen Flussspathe geliefert hat.* Schon um an den Fuss der eigentlichen Wand, worin die Kluft liegt, zu gelangen, muss man über schmale Bändchen (Schichtköpfe) sich emporarbeiten, um aber zum Loch selbst vorzudringen, hat es der Hülfe von Seilen von oben oder von Leitern von unten bedurft. Etwas tiefer und weiter westlich ist ein anderes, ebenfalls kluftartiges, senkrechtes Loch sichtbar, wo auch in früherer Zeit Flussspath gewonnen wurde; es wurde nun dieses wieder in Angriff genommen, scheint aber vollständig ausgeräumt zu sein. Unterhalb dieser Höhlen steht noch eine Leiter an den Felsen angelehnt. Nach der Aussage von Herrn Kahle, der beide Höhlen selbst besucht hat, misst die obere Höhle (vom Jahre 1830) bei 5

bis 6 Metern Höhe unten eine Weite von $1^1/_2$—2 Metern und hat ganz die Form eines grossen glattwandigen Kamins. Auch sonst zeigte uns Herr Kahle an verschiedenen Stellen der Felswände des Oltschikopfes Klüfte und Spalten ähnlicher Art. Doch werden wir durch den wiederholten Krach der Schüsse in der neuen «*Mine*» daran erinnert, dass wir hauptsächlich wegen letzterer, noch im Betrieb stehenden, hergekommen sind. Wir steigen von den Hütten «*zum Oberfeld*» eine Viertelstunde sehr steil an Grashalden empor, dann folgt eine Trümmerhalde und frischer Schutt und über diesem grinsen uns zwei misstrauische Gesichter alter Bauern entgegen mit dem Ausdruck grössten Unbehagens und unverhohlenen Widerwillens gegen diesen ungebetenen Besuch. Wenn Herr Kahle nicht bei uns wäre, würden wir kurzer Hand *weggewiesen,* ja sie hätten uns wahrscheinlich gar nicht über die letzte Schutthalde emporsteigen lassen. Diese biederen Eidgenossen sind die beiden Gemeinderäthe von *Brienzwyler,* die Controlleure des Herrn Kahle, welche mit Argusaugen die Theilung des Flussspaths zu überwachen haben. Wir stehen vor der Höhle oder vielmehr vor einer neuen Schlotte, welche mit Lehm erfüllt war und jetzt geräumt ist. Wir finden hier noch M. Ott und C. Streich als Arbeiter und noch zwei andere, mit den «*Gemeinderäthen*» in toto sechs Mann. Wie alle übrigen, in diesem Kalkgebirge auftretenden Flussspathvorkommnisse ist auch dieses hier in *einer Schlotte entstanden* d. h. in einer sich senkrecht, kaminartig zwischen den Schichten des Kalksteins hinunterziehenden *alten Erosionsspalte.* Die nun in Betrieb stehende Höhle wurde circa 15—18 Meter weiter oben im Jahr 1887 von M. Ott und Streich entdeckt und später auch von C. Blatter und Sohn ausgebeutet. Sie hat in der oberen Partie, theilweise lose und nach allen Seiten ausgebildet, im gelben, zähen Lehm und Schlamm liegend, theils aber seltener an den Wänden ansitzend, die herrlichsten, grünen und wasserhellen Flussspathe geliefert. Auch fanden sich in der Schlotte Trümmer des Nebengesteins, durch Kalkspath verkittet, und ausser dem Flussspath kamen hier centnerweise schöne, graue, aber auch weisse oder farblose rhomboïdale Kalkspathkrystalle vor. Ja es sind plattenförmige Partien wasserhellen, durchaus klaren Kalkspaths vorgekommen, die dem isländischen Doppelspath an Durchsichtigkeit wenig nachstehen. Gegenwärtig wird in der unteren Partie der Schlotte gesprengt und ein zähes Gemenge von Kalkblöcken, sowie Lehm mit einigen Brocken missfarbigen Flussspathes zu Tage gefördert. Die Schlotte ist jetzt in ihrer ganzen Erstreckung von unten, wo sie durch Sprengung erreicht wurde,

bis zu ihrem natürlichen Ausgang geräumt. Die Wände zeigen stellenweise Abrundung wie von Wasserwirkung durch Erosion. Im Allgemeinen war das Aussehen dieser Lagerstätte bei unserem Besuche Ende September letzten Jahres wenig versprechend. Herr Kahle hat uns in *Bühlen* seine herausgeklaubten Vorräthe gezeigt, das Resultat der Sommercampagne. Es war nicht gerade hoffnungsvoll für Fortsetzung der Arbeiten und das wirklich gute und brauchbare Material hatte in einer kleinen Kiste Platz, immerhin Stoff genug für manche Linsen. Jedoch gestand Herr Kahle unumwunden, das Consortium habe dieser Unternehmung zu lieb grosse pecuniäre Opfer gebracht und werde, wenn nicht neue, reiche Funde gemacht werden, lange nicht auf seine Kosten kommen. Immerhin sei das Consortium entschlossen, nächstes Jahr noch einmal auf Oltscheren sein Glück zu versuchen.

Nach eingehender Besichtigung der *Mine* folgten wir der Oltschikopffelswand auf schmalen Grasbänken bis zum *Sätteli* 1947 m, unterwegs viel Edelweiss sehend, und leerten noch mit Herrn Kahle, angesichts der wundervollen Biegungen des Kalks im Profil des Oltschikopfs unsere letzte Flasche auf das Gedeihen und Glücken der Flussspathausbeutung im Interesse der Wissenschaft und nahmen unter herzlichem *Glückauf!* Abschied von unserem liebenswürdigen Wirth und Führer.

Vom Sätteli stieg ich mit den beiden Blatter über das Urserli und die Krautmatten hinunter nach dem Hôtel Axalp, wo wir mit einbrechender Nacht eintrafen und, obgleich das Hôtel eigentlich schon geschlossen war, doch noch Aufnahme fanden, weil noch eine Anzahl Zimmerleute mit Baureparaturen beschäftigt waren. Die liebenswürdige Wirthin endlich bot noch alles auf, um auf den angenehmen und lehrreichen Tag noch einen freundlichen Abend und ruhsame Nacht folgen zu lassen. Den 24. stiegen wir zum Giessbach hinunter und beim Abstieg über die steilen Zickzackwege nach den Giessbachgütern zeigte uns ein Geissbub auf Befragen, wo hier herum der «*Raun*» oder «*Raum*» sei, sofort auf *eine gegenüberliegende aus dem Walde westlich der Giessbachgüter aufragende Felswand als den «Ruun»* (siehe oben). Ich constatire, *dass diese also noch jetzt gebräuchliche Localbezeichnung auf dem Siegfriedkärtchen «Brienz» fehlt, was bei einer Revision der Karte einzutragen wäre, gerade weil sich an diese Localbezeichnung der alte Fundort eines interessanten Minerales knüpft, welcher von Gruner, Wyttenbach und Höpfner erwähnt wird.* Es sollte jedoch der Name wie er ausgesprochen wird, «*im Ruun*» geschrieben werden und nicht «Raun» oder «Raum» — eine Verhochdeutschung, die in der Gegend Niemand versteht.

Wenn ich zum Schlusse noch die Länge dieses Aufsatzes entschuldigen soll, so geschieht es ausser mit dem speciell wissenschaftlichen Interesse, welches das hier beschriebene mineralogische Vorkommen beanspruchen darf, doch noch mehr in der Erwägung, dass es nicht uninteressant sein dürfte, in späteren Zeiten Genaueres verzeichnet zu wissen über die technische Ausbeutung eines für die Optik so wichtigen Minerales, wie es der *wasserhelle Flussspath von Oltschenalp* in unserem Lande geworden ist.

Dr. Edmund v. Fellenberg.

Ueber ein neues Nephritoïd

aus dem Bergell (Ct. Graubünden).

Vorgetragen in der Sitzung vom 16. Februar 1889.

Im Jahre 1887 erschienen sowohl in den *Berichten der anthropologischen Gesellschaft in Berlin* als auch im *Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie*, redigirt von M. Bauer, W. Dames und Th. Liebisch, kurze Notizen über ein neues Vorkommen von *Jadeït* bei Borgonovo im Bergell (Ct. Graubünden). *Das grosse Interesse*, welches ein solcher Fund für die Praehistorie und Anthropologie beanspruchen durfte, indem, wenn sich dieses Vorkommen von *anstehendem Jadeït* in den Alpen bewahrheiten sollte, ein weiterer Schritt in der sogenannten *Nephritfrage* gethan wäre und der *fremde Ursprung* der in Form von zahlreichen Steinbeilen in den Pfahlbauten und einzelnen praehistorischen Gräbern sich vorfindenden sogenannten *Nephritoïde*, d. h. des *Nephrites, Jadeïtes* und *Chloromelanites zweifelhaft*, und, — an einer Localität der Alpen einmal anstehend gefunden, die Wahrscheinlichkeit, weitere Fundstätten zu entdecken, ausserordentlich gesteigert würde —, veranlasste mich, im Laufe des Monats August 1888

die Fundstätte des sogenannten Jadeïtes im Bergell selbst zu besichtigen, um mich durch eigene Anschauung von der Richtigkeit oder dem Gegentheil der Angaben persönlich zu überzeugen.

In Begleitung des Herrn Oberlehrer G. Stampa von Borgonovo wurden die Fundstellen des Minerales genau abgesucht und constatirt, dass die Lagerstätte des sogenannten Jadeïtes im Bergell hoch oben an den Felswänden des Südabsturzes des *Piz Longhin* (Pizzo Lunghino, früher auch Piz Greila genannt) liegt, in circa 2450—2500 Meter Meereshöhe. Zahlreiche Blöcke dieses Minerales liegen in den von den Felswänden des Longhin ausgehenden Runsen und Tobeln; namentlich, und bis jetzt beinahe ausschliesslich, im Tobel der sogenannten Canalettarunse, welche bei der Ruine der alten Kirche von San Gaudenzio in die Ordlegna ausmündet. Von hier kamen auch die ersten Proben in den Handel. Ich habe im letzten Hefte des Neuen Jahrbuches für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie ausführlich über dieses interessante Mineralvorkommen berichtet und, mich auf die Bestimmung von Dr. Fritz Berwerth in Wien stützend, das Mineral in den Blöcken der Canaletta und Ordlegna als *Jadeït* bezeichnet, obschon ich *ausdrücklich betonte, man könne das Mineral so lange nicht sicher als Jadeït bezeichnen, bis man eine vollständige quantitative Analyse besitze,* da dieses derbe und dichte Mineral doch etwas anderes sein könnte. Und allerdings, kurz nach Erscheinen einer geologischen Beschreibung des Vorkommens am Piz Longhin, erhielt ich von Dr. Berwerth einen Brief aus Wien, worin derselbe unter vielen Entschuldigungen, dass ich, gestützt auf seine vorläufigen Untersuchungen und Bestimmung als *Jadeït* die ganze geologische Bearbeitung unternommen habe, erklärt, eine genauere mikroskopisch-petrographische und chemisch-mineralogische Untersuchung des Minerales führe ihn zur Ueberzeugung, dass letzteres dichter *Vesuvian* oder *Idocras* sei, theilweise innig gemengt mit einem noch näher zu bestimmenden *Pyroxeniten.*

Später schrieb mir *Hofrath A. B. Meyer* in Dresden, Director des königlich ethnographischen Museums daselbst, er habe gleich von Anfang an das Mineral nicht als *Jadeït* erkannt ebenfalls auf Grund mikroskopischer Untersuchung; gleicherweise habe *Professor Frenzel* in Freiberg von Anfang der Untersuchung an, sich gegen die Jadeïtnatur des Minerales ausgesprochen. Hofrath Meyer in Dresden wartete mit der Publication der Resultate seiner Untersuchungen ab, bis die *Identität des von mir geologisch in seinem äusseren Vorkommen beschriebenen*

Minerales mit dem von Dr. Berwerth untersuchten absolut sicher erwiesen sei, was allerdings in unbestrittener Weise geschah durch Zusendung des von mir gesammelten Minerales und den Vergleich mit den von Berwerth beschriebenen Originalstücken, welche von *Dr. Schuchardt* in Görlitz eingesandt und alle ursprünglich von *Oberlehrer G. Stampa* in Borgonovo waren gesammelt worden.

Später hat auch *Dr. C. Schmidt* in Freiburg i/Breisgau durch qualitative Analyse das *Longhiner Mineral* als dichten und derben *Vesuvian* oder *Idocras* bestimmt, und endlich erhielt ich von Herrn *Geheimrath Prof. Dr. Rammelsberg* in *Berlin* freundlichst das Resultat einer quantitativen chemischen Analyse des Pseudojadeïts vom Piz Longhin mitgetheilt, welche das Mineral als dichten *Vesuvian* oder *Idocras* bestimmt und als ein Vorkommen vollkommen ähnlich demjenigen vom Monzoniberge in Süd-Tyrol charakterisirt.

Rammelsberg fand:

		%	
Summa 100,24	Kieselsäure:	39,00	Specifisches Gewicht 3,320.
	Thonerde:	16,40	
	Eisenoxyd:	3,03	
	Eisenoxydul:	—	
	Kalkerde:	34,83	
	Magnesia:	4,80	
	Wasser:	2,18	

Schon früher war jedoch dasselbe Mineral auf Veranlassung von Herrn Oberbergrath *Dr. Gümbel* in München analysirt worden.

Dr. Killias in *Chur* hatte nämlich den mineralogischen Nachlass des *ersten Auffinders des Minerales, des Scheerenschleifers Dionisio Tisi im Unterengadin,* zu Handen der Kantonsschulsammlung gekauft. In diesem Nachlass fand sich das *grüne Mineral ohne nähere Bezeichnung.* Da Tisi vorzüglich im Unterengadin gesammelt hatte, nahm Dr. Killias an, das Mineral stamme ebendaher und erst nach meiner Publication des Vorkommens von Piz Longhin wünschte Dr. Killias von dem von mir gesammelten Minerale Proben zu erhalten. Die eingesandten Stücke erwiesen nun ebenfalls die *Identität des von mir am Longhin gesammelten Minerales mit dem im Nachlass Tisi's vorgefundenen* und daher die über alle Zweifel gestellte Thatsache, dass Tisi das Mineral, wie es übrigens auch Lehrer Stampa behauptete, *in der Canaletta oder Ordlegna zuerst entdeckt hat.* Dieses Mineral war nun von *Herrn Ober-*

bergrath Gümbel schon als Vesuvian oder Idocras bestimmt worden. Er theilte Herrn Dr. Killias folgende Analyse des Minerales mit, die nicht übel zur *Rammelsbergerschen* stimmt, nämlich:

Summa 100,47	Kieselsäure:	39,82	Specifisches Gewicht 3,330.
	Thonerde:	16,93	
	Eisenoxyd:	1,31	
	Eisenoxydul:	1,09	
	Kalkerde:	36,34	
	Magnesia:	2,97	
	Wasser:	2,01	

Gümbel gibt noch folgende physikalische Charakteristik des Minerales: Härte 6,5; Schmelzbarkeit 3,5; unter Anschwellen zu einer fast schwarzen Perle. In Salzsäure schwer zersetzbar, nach dem Schmelzen jedoch *unter Gallertbildung ziemlich leicht löslich.*

So viel über das neue Vorkommniss an dieser Stelle; das Nähere über die geologischen Verhältnisse siehe: *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie 1889.* (I. Band, I. Heft, pag. 103 ff.)

Ist nun das Mineral vom Piz Longhin auch nicht *Jadeït*, so können wir doch hier mit vollem Recht von einem *neuen Nephritoïd in archäologischer Beziehung* oder in *praehistorischem Sinn* sprechen, denn sowohl in Bezug auf *Härte, Dichtigkeit, specifisches Gewicht* und *Farbe* lässt sich das Mineral von gewissen *Nephrit- oder Jadeïtvarietäten* nicht unterscheiden und *Artefacten*, aus dem Longhiner Minerale verfertigt, wie z. B. *Keile, Beile, Pfeilspitzen etc. würden wohl von jedem Archäologen und Geologen ohne nähere Untersuchung für als aus einem der bis jetzt bekannten Nephritoïde verfertigt angesehen werden,* so dass man hier in Wahrheit von einem *neuen Nephritoïd* sprechen kann, *quod erat demonstrandum.*

Dr. J. H. Graf.

Notizen zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften in der Schweiz.

Bekanntlich ist eine «Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften in bernischen Landen», herausgegeben vom Redaktor dieser «Mittheilungen», im Erscheinen begriffen; Heft I—III, Druck und Verlag bei *K. J. Wyss,* sind bereits publizirt. Diese Arbeit ist aber keineswegs eine abgeschlossene, sondern muss fortwährend ergänzt werden wie es die Natur der Sache eben mit sich bringt. Wir haben uns daher entschlossen, in zwangloser Weise, und so weit es der Raum unseres Jahresbandes gestattet, in ähnlicher Reihenfolge, wie es seit Jahren Herr Prof. Dr. *R. Wolf* in Zürich in der «Vierteljahrschrift der Zürcher Naturf. Gesellschaft» thut, Notizen und Mittheilungen als kleine Bausteine für eine umfassende Geschichte der exakten Wissenschaften in der Schweiz überhaupt herauszugeben. Möchte bald auch in andern Culturcentren der Schweiz und bei unsern Schwestergesellschaften in analoger Weise vorgegangen werden.

1. Ergänzend zu *Graf I**), pag. 24, *Bernisches Schulwesen:* 10. Juni 1547 werden «*Ismael Buchser* und *Samuel Schneuwly* gen Zürich» zu studiren geschickt; siehe Ordnungsbuch des bern. Schulraths.
   1564 waren 4 Stipendiaten nach Heidelberg gegangen.
2. *Graf I,* pag. 61, und *Studer,* Gesch. der phys. Geogr. in der Schweiz, pag. 124, wird bei Anlass der Besprechung von *Thomas Schöpf* ein *Kaspar Vopellius* genannt, der die Länge von Bern zu 29° 10′ angiebt. Derselbe wurde 1511 zu Medenbach in Westfalen geboren, zeichnete Land- und Flusskarten, verfertigte ein Astrolabium, Erd- und Himmelsgloben und verfasste ein opus cosmographiae. Antw. 1646.
3) Der *Graf I,* pag. 68, genannte *Jean Tagaut,* 1558 Professor der Philosophie in Lausanne, heisst eigentlich Jean *Tagaut* = *Tagaltius.*
   Blaise Marcuard, 1564 Prof. der Philosophie in Lausanne, wurde 1576 als Prof. theol. nach Bern berufen, wo er 1578 starb.
   Claude Aulbéry ist nicht 1570, sondern erst 1576 nach Lausanne berufen worden. Er hatte zwar schon vor seinem Professorate daselbst gewohnt, wurde aber 1576 von Basel, wo er sich in unbekannter Eigenschaft aufgehalten hatte, nach Lausanne als Prof. philos. ernannt. Den Zunamen «*Triuncuranus*» gab er sich nach seinem Heimathort: Triancourt (Meuse), Frankreich. — Mittheilungen von Herrn Prof. *H. Vuilleumier* in Lausanne.

*) Diese abkürzende Angabe bezieht sich auf: Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften in bern. Landen, von Dr. *J. H. Graf*, Bern und Basel, Verlag von *K. J. Wyss.*

4. *Graf I,* pag. 70, wird von zwei *Claude Boucard* gesprochen; das ist irrthümlich, es existirte nur *ein Claude Boucard.* Derselbe ging 1608 nach Thonon, wurde katholisch und kehrte 1610 nach Lausanne zurück, wo er wieder reformirt wurde. Da aber die Pfarrer und Professoren in Lausanne ihm mit Recht misstrauten, so erhielt er nicht sofort ein Amt. Im Jahre 1613 wurde er auf Empfehlung von *Johannes Steck* (s. *Graf II,* 85, 88) auf's Neue mit dem Unterricht in Physik und Mathematik betraut, während *François Blondet* (s. *Graf II,* 82 u. ff.) für die andern Disciplinen der Philosophie ernannt war. Indessen gab Boucard von 1616 an Anlass zu neuen Klagen und über seine Verbindungen mit dem Bischof von Annecy wurde eine Untersuchung angehoben, worauf er offenbar demissionirte. Von da an verliert sich seine Spur. — (Mittheilungen von Professor *H. Vuilleumier* nach dem II. Band der Kirchen- und Akademiegeschäfte im Kantons-Archiv in Lausanne.)
5. Die *Graf I,* pag. 76, angegebene Besoldung in Lausanne bezieht sich auf *C. Sec. Curio,* den ersten Direktor des Collegiums des Douze und lecteur-ès-arts, für welchen eine so hohe Besoldung angesetzt worden ist.
6. Ueber die auf der Stadtbibliothek Bern aufbewahrte, in den Mittheilungen der Bern. Naturf. Gesellschaft von 1885, I. Heft, pag. 43, beschriebene *Schweizerkarte von Aegidius Tschudi,* schrieb mir Professor *S. Vögelin* unter'm 5. Juli 1885 von Zürich aus:

«Die freundliche Zusendung Ihrer Abhandlung über das Berner Exemplar der Tschudi'schen Karte hat mich ansserordentlich erfreut, theils als Zeichen Ihres gütigen Andenkens (Vögelin hat den Herausgeber dieser Notizen in Zürich im Jahre 1873 geprüft), theils weil ich *Alles auf Tschudi Bezügliche* sammle. Ich hatte während der Junisitzung des Nationalraths die Bernerkarte mir angesehen und, soweit man bei der exemplarisch schlechten Placirung derselben sich überhaupt ein Urtheil bilden kann, stimme ich Ihren Ausführungen in der Hauptsache durchaus bei, *es ist ein Neudruck von 1614.* Sache der genauen Untersuchung wird es sein zu constatiren, ob dieser Neudruck complet vorliegt oder ob er nicht spätere Einsätze und Flicke an defekten Stellen enthält. Die von Ihnen reproduzirte Geschichte von der Publikation der «Rhätia» und der sie begleitenden Karte ist die Darstellung, welche Tschudi 1565 und 1570 in Briefen an *Simmler* und 1571 in der Vorrede zur Gallia Comata II, also *nach Glareans und Münsters Tod* von der Sache gegeben hat. Diese Darstellung wird aber durch die Briefe, die zwischen Tschudi, Glarean und Münster 1533—1538 gewechselt wurden, sehr modifizirt, wenn nicht ausgeschlossen. *Tschudi fand für angemessen, die zum Theil sehr starken Böcke der 1538er Ausgabe auf diese Weise von sich abzuladen.* Das Fragezeichen (?) Seite 4 (des Separatabzugs, pag. 44 der Mittheilungen, Anmerkung unten), erledigt sich dahin, dass *Isengrimm* der Nachfolger des Verlegers *Bebel* (Bebelius) war, dessen Name das Buchdruckersignet der deutschen Ausgabe von 1538 abgekürzt enthält —

oder *Isengrimm* war der Verleger, *Bebel* der Drucker. Indem ich Ihnen Ihre werthvolle Zusendung nochmals angelegentlich verdanke, darf ich Sie wohl bitten, mich von den weitern Verhandlungen über diese Schweizerkarte gef. in Kenntniss zu setzen und auf dem Laufenden zu erhalten».

7. In Bezug auf unsern Landsmann *B. Aretius* (s. Graf I) schreibt mir Herr *Oberbibliothekar Dr. L. Sieber* in Basel unter'm 22. März 1889: «In einem Briefband des hiesigen Kirchen-Archivs fand ich jüngst unter Briefen an *Sebastian Castellio* ein Schreiben Ihres Freundes Bened. Aretius. Ich lege eine Copie desselben hier bei und bedaure nur, dass ich davon noch keine Kunde hatte, als Sie das erste Heft Ihrer verdienstlichen Geschichte der Mathematik herausgaben. Der Brief lautet: *)

Benedictus Aretius
an
Sebastianus Castellio.

Bern, 28. Jan. 1559.

Optimo viro D. Sebastiano Castalioni, graecae linguae professori doctissimo.

Basileae.

S. Tarde gratias tibi ago, vir eruditissime, tardius etiam memoriam beneficii accepti declaro. Etenim cum superiori septembri essem apud vos, tua sum usus familiaritate, dein etiam litteris tuis aditum mihi faciebas ad d. *Wolffium* Augustae; pro his tibi immortales ago gratias et quod hactenus id non fecerim, tribues vel negotiis, vel occasioni qua ad te scripturus idonea sum destitutus hactenus, vel etiam, si placet, negligentiae, habebis enim etiam hac in parte confitentem reum. Tantum istud iam abs te peto, ut me inter tuos retineas, vel aliqua parte herentem. Nam ut elegans est bonorum amicitia, ita arbitror eam hodie raram esse. Nostri Lausannenses varia ut audio spargunt etiam apud ceteras ecclesias. Qua parte iniuriam sane faciunt clementissimo magistratui. Velim igitur ad me perscribas quae iudicia sint vestrorum hominum de ea controversia.

Benedict Aretius
an
Sebastian Castellio.

Bern, 28. Jan. 1559.

Dem trefflichen Manne Herrn Sebastian Castalio, dem hochgelehrten Professor der griechischen Sprache zu Basel.

Sei gegrüsst! Spät sage ich Dir Dank, wohlgelehrter Mann, noch später beweise ich meine Erinnerung an empfangene Wohlthat. Denn als ich im vergangenen September bei euch war, genoss ich Deine Freundschaft; dann eröffnetest Du mir durch Deinen Brief den Zugang zu Herrn *Wolff* in Augsburg; dafür sage ich Dir ewigen Dank; wenn ich diess bis dahin nicht gethan habe, so wirst Du es meinen Geschäften, oder der passenden Gelegenheit, an der es mir, wenn ich an Dich schreiben wollte, fehlte, oder auch, wenn's Dir beliebt, meiner Nachlässigkeit zuschreiben, denn auch in diesem Stück wirst Du einen geständigen Schuldigen an mir haben. Wenn ich auch zu den Säumigen gehöre, so bitte ich Dich jetzt nur darum, dass Du mich unter der Zahl der Deinigen belässest.

Denn wie die Freundschaft der Edeln etwas Feines ist, so ist sie auch, wie ich glaube, heutzutage

*) Der Brief ist zwar nicht sehr wichtig, aber doch einer der wenigen, die von diesem Theologen und Naturforscher vorhanden sind.

Qui has tibi reddit litteras, bibliopola est apud nos, empturus aliquos libros apud vestrates. Ego pro me emi cupiebam Biblia ex ultima editione, tuae versionis. Quod si grave non sit, velim ea in re mihi gratum facere: emes tu mihi viliori pretio apud hominem tibi amicissimum. Huic igitur impone et mihi pretium significes.

Vale. Bernae, 1559. 28. Jan.

T. T.

Bened. Aretius,
graecae linguae professor
Bernae.

K(irchen) A(rchiv) C. T. 2. Epistolae eruditorum saeculi XVI. Tom. 2, fol. 319.

etwas Seltenes. Unsere Lausanner streuen, wie ich höre, Verschiedenes aus, auch bei den auswärtigen Kirchen. Darin thun sie wahrlich dem sehr gnädigen Magistrat unrecht.*) Bitte, schreibe mir daher, was das Urtheil eurer Leute über diesen Handel ist.

Der Dir diesen Brief überbringt, ist Buchhändler bei uns und will bei den Eurigen einige Bücher kaufen. Ich wünschte, dass für mich eine Bibel von der letzten Ausgabe Deiner Uebersetzung gekauft würde. Wenn es Dir nicht lästig ist, so möchte ich, dass Du mir hierin einen Gefallen thätest; Du wirst sie bei dem Dir so befreundeten Manne um billigern Preis kaufen. Gieb**) sie also diesem mit (?) und theile mir den Preis mit.

Lebe wohl. Bern, 1559. 28. Jan.

T. T. (?)

Benedict Aretius,
Professor der griechischen
Sprache zu Bern.

8. In der Zeitschrift für „*Vergleichende Litteraturgeschichte und Renaissance-Litteratur*“, herausgegeben von *Prof. Dr. M. Koch* in Marburg und *Prof. Dr. L. Geiger* in Berlin, Jahrgang 1889, Bd. II, veröffentlicht *Dr. Karl Sudhof* in Hochdahl bei Düsseldorf eine sehr interessante Notiz über *Benedict Aretius*. Anknüpfend an das *Graf I*, pag. 33, 34 erwähnte medicin. Opus erwähnt er: De Medicamentorum simplicium Gradibus et Compositionibus opus novum, Physicum partim et Medicum, partim etiam Chymicum in quinque Libros digestum, authoris incerti. Accesserunt ex *Euchopœdii* collectaneis in singulos libros Argumenta. [8°, 6 + 34 + 2 Bll]. Der eigentliche Verfasser dieser Schrift war dem Herausgeber Aretius unbekannt und *A. v. Haller****) erkennt schon die Beziehungen derselben zur paracels. Medizin und nennt sie „ein Alchemisticum opusculum hominis Paracelsi.“ *Gmelin*,†) *Sprengel*††) sehen darin den Versuch, die galenische Theorie mit der paracelsischen zu vereinigen und Sprengel führt einen „gewissen Benedict Aretius“ unter den Paracelsisten auf. *Dr. E. Schubert*†††) hält die Schrift für das

*) Der Magistrat hatte die Einmischung der Classe von Lausanne in die Geschäfte der Akademie und in ihre Leitung energisch zurückgewiesen.

**) Der Sinn von «impone» ist zweifelhaft.

***) Bibl. medic. practicae, II. S. 187.

†) Geschichte der Chemie, I, S. 343.

††) Versuch einer Geschichte der Arzneikunde, 3. Aufl., III. Bd., S. 510.

†††) Schubert und Sudhof, Paracelsusforschungen, Heft I, S. 58 u. 59.

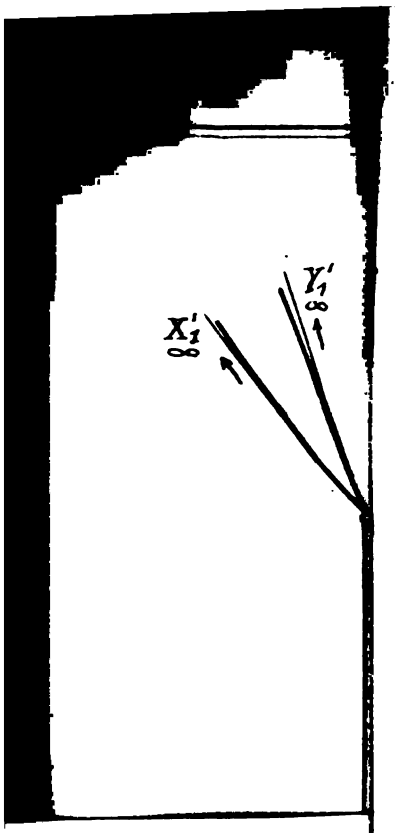
Kollegienheft eines Basler Studenten, der 1527 bei Professor *Theophrastus Paracelsus ab Hohenheim* gehört hat. Es sind die 5 ersten Bücher von Paracelsus' wichtiger Schrift: „de Gradibus et Compositionibus Receptorum et Naturalium." Ob Euchopœdius der Name des Basler Zuhörers ist, lässt Sudhof dahingestellt. Nach der Vorrede hat Aretius die Schrift von einem Marburger Freund als Abschiedsgeschenk erhalten; woher der Letztere die Schrift erhalten habe, sei unbestimmt, jedoch sei sie „theophrastisch." Die Widmung ist an den Marburger Professor *Weigandus Happelius* gerichtet und Bernae, Calend. Martii 1572 datirt. Aretius erzählt, wie er nach dem Rathe des *Paulus Fagius* sich dem Happelius als Schüler angeschlossen habe und sein Freund geworden sei. Als der schmalkaldische Krieg (1546—47) ausbrach, blieb Aretius auf den Rath seines Lehrers in Marburg. Viele Studenten gingen zum Waffenhandwerk über, andere änderten aus Furcht vor dem siegreich vordringenden kaiserlichen Heer die Studienrichtung, und noch andern, z. B. Aretius, blieben die Subsistenzmittel aus, so dass er sich von der Theologie weg zu der Philosophie und den Künsten wandte, um einigermassen sichere Aussichten für die Zukunft zu haben. In gleicher Lage befand sich sein Hausgenosse Magister *Joh. Stockius*, Kandidat der Medicin, der sich sehr mit Pflanzenkunde abgab. Unter Stockius' Leitung warf sich Aretius auf die Botanik, ein Studium, das mehr Anregung und Abwechslung brachte als die durch den Krieg gestörten theologischen Fachstudien. Herbarien wurden durchmustert, Excursionen unternommen, da Stockius ein eifriger Wanderer war. Die ganze Umgebung Marburgs wurde von den fleissigen Pflanzensammlern abgesucht. Nach Wetter, Siegen und Köln wurden Ausflüge gemacht, um bei Freunden neue Belehrung zu holen; in Siegen namentlich fand Aretius in *D. Aemilius*, dem Schulrector, einen eifrigen Botaniker und Freund. Als Stockius Marburg verliess, um behufs Vollendung seiner medicinischen Studien nach Frankreich zu gehen, schenkte er seinem Freund Aretius das Manuscript der obgenannten paracelsischen Schrift. Stockius lebte später als Arzt in Frankfurt a. M. *Diesem Manne hat unser bernischer Theolog seine lebenslange Liebe zur Naturkunde, namentlich zur Botanik, zu verdanken.* Soweit Herr Sudhof.

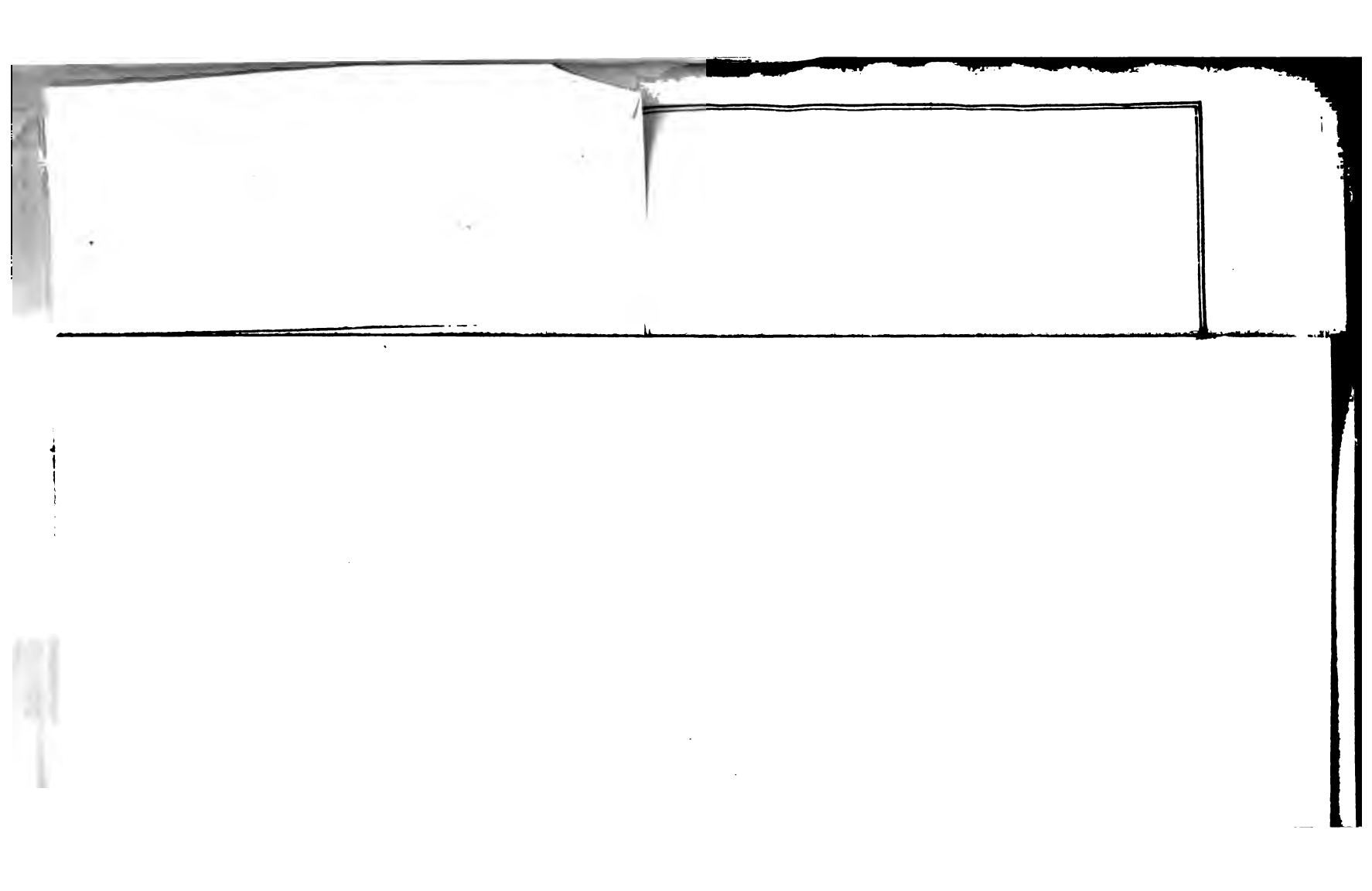
9. *Prof. H. Vulleumier* fand kürzlich bei *Bernus,* le ministre *Antoine de Chandieu* (Paris 1889), pag. 70, Note 1 eine Notiz, die Bezug hat auf die *Graf I,* pag. 72 gegebene Vermuthung über den Verfasser des dort erwähnten *Cometentractats.* Herr Pfarrer *Bernus* vermuthet mit ziemlicher Sicherheit, dass der Verfasser des „Discours de la comète apparue à Lausanne" etc. par *J. R. de Digne en France,* Lausanne 1578, sei *Jean Ricaud dit de Londes de Digne en Provence, früher Pfarrer in Lyon,* der Anfangs 1573 nach dem Lausanner Stadtrathsmanual in Lausanne als französischer Flüchtling gelebt und mehrere Jahre daselbst gewohnt hat.

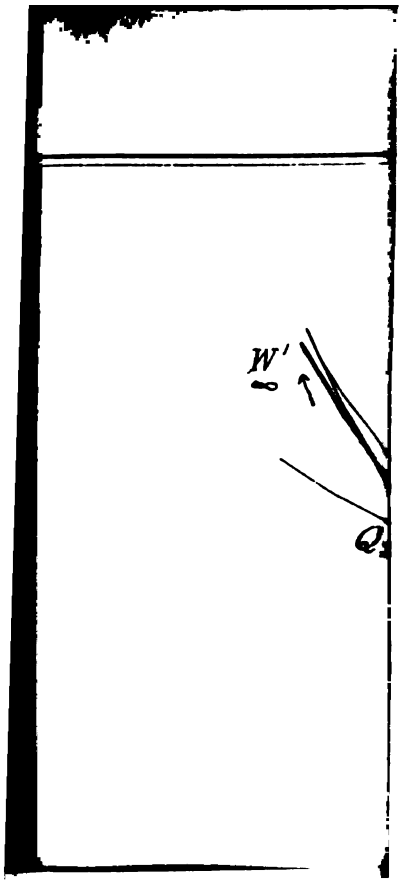
Inhalts-Verzeichniss

	Seite der Sitzungsberichte	Seite der Abhandlungen
Jahresbericht	III	
Verzeichniss der Mitglieder	XV	
Rechnung pro 1888	XX	
Badertscher, G. A., Dr. phil. und Sekundarlehrer,		
Ueber den Einfluss der Temperatur auf Phosphorescenz-Erscheinungen		75
Baltzer, A., Prof. Dr.,		
Ueber den Hautschild eines Rochen aus der marinen Molasse (mit Tafel)		155
Ueber sogenannte Sandeier aus dem Dinotheriensande von Tramelan	XII	
Ueber die neueren Theorien der Gebirgsbildung	XII	
Brückner, E., Prof. Dr.,		
Ueber Grundwasser und Typhus	VII	
Untersuchungen über Klimaschwankungen	XIII	
Ueber die Arbeiten von Neumayr und Nathorst	XV	
Demme, R., Prof. Dr.,		
Ueber einen neuen Sprosspilz	IX	
Dutoit, E., Dr. med.,		
Botanische Beobachtungen	XV	
Fankhauser, J., Gymnasiallehrer und Docent		
Geologische Mittheilungen aus dem Emmenthal	XIV	
Ueber die erratischen Blöcke im Emmenthal	XIV	
v. Fellenberg, E., Dr. phil., Bergingenieur,		
Demonstration der geolog. Uebersichtskarte von Japan	IX	
Demonstration eines alten Massstabes mit eigenthümlicher Graduirung	XI	
Ueber den Flussspath der Oltschenalp und dessen technische Verwendung		202
Ueber ein neues Nephritoïd		219
Fischer, L., Prof. Dr.,		
Ueber die Algengruppe der Siphoneen	VIII	
Zweiter Nachtrag zum Verzeichniss der Gefässpflanzen des Berner Oberlandes		109
Fischer, E., Dr. phil. und Docent,		
Demonstration über Sigillarien		
Ueber die Mikroskopirlampe von Koch & Wolz	VII	
Graf, J. H., Dr. phil., Gymnasiallehrer und Docent		
Ueber den Mathematiker Niklaus Blauner	XIV	
Ueber einige mathematisch-geschichtliche Funde	XV	
Notizen zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften in der Schweiz		223
Guillebeau, K. A., Prof. Dr.		
Zur Histologie des multiloculären Echinococcus	XII	
Ueber einen Fall von Cysticercus der Taenia saginata	XII	

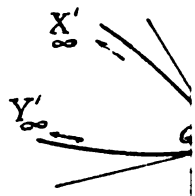
	Seite der Sitzungsberichte	Seite der Abhandlungen
Hasler, G., Dr. phil., Direktor der Telegraphen-Werkstätte,		
Ueber Zugsgeschwindigkeitsmesser bei Eisenbahnen .	VI	
v. Jenner, E., Custos,		
Demonstration eines Pilzmycels	XIII	
Anwendung von grünem und rothem Licht bei der Camera obscura	XV	
Jenny, F., Dr. phil. und Sekundarlehrer in Basel,		
Ueber Löss und lössähnliche Bildungen in der Schweiz (mit Tafel)		115
Kronecker, H., Prof. Dr.,		
Ueber den Zeitverlust bei Sinneswahrnehmungen . .	VIII	
Ueber Protoplasmabewegungen	XII	
Reduktion des Haemoglobins im Froschherzen . .	XII	
Leist, K., Sekundarlehrer,		
Ueber den Einfluss des alpinen Standorts auf die Ausbildung der Laubblätter (mit 2 Tafeln) . . .		159
Leuch, A., Dr. phil. und Docent,		
Erzeugung und Untersuchung einiger ebenen Curven höherer Ordnung (mit Tafeln)		1
Markwald, Max, Dr. med.,		
Werden die Athembewegungen vom Rückenmarke beherrscht?		59
Moser, Ch., Dr. phil., Docent und Sekundarlehrer,		
Ueber die Hypothese von E. Dubois über die Marsmonde	V	
Schmidt, C., Dr. phil. und Docent in Basel,		
Ueber einen neuen Mineralfund aus dem Ober-Wallis .	IX	
Ueber die Granitmassen in den Gebirgssystemen der Bretagne, der Pyrenäen und der Alpen	IX	
Schwab, S., Dr. med.,		
Communication sur Thurmann, géologue et botaniste du Jura	XII	
Ueber einen Fehler der topographischen Karte der Schweiz	XV	
Strasser, H., Prof. Dr.,		
Ueber die Ortsbewegung der Schnecken	XI	
Ueber eine Anomalie in der Lagerung der Fleischfasern des Zwerchfells, bedingt durch eine Krümmung der Wirbelsäule	XV	
Studer, Th., Prof. Dr.,		
Ueber ein Verzeichniss schweizerischer Vögel . . .	V	
Demonstration und Mittheilungen über einen Band der Challenger-Expedition	XII	
Studer-Steinhäuslin, B., Apotheker,		
Pilzexcursion in's Unter-Wallis	XIV	
Thiessing, Th., Dr.,		
Ueber den Lias von Lyme-Regis	XIV	
Vinassa, E., Dr. phil. und Docent,		
Ueber eine Erkrankung des Obstweins durch einen Bacillus	XV	

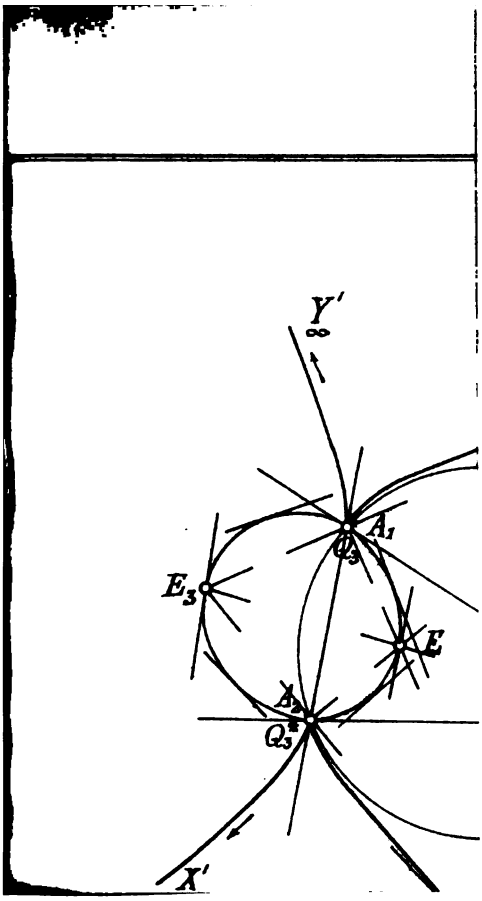

X_1'
∞
Y_1'
∞



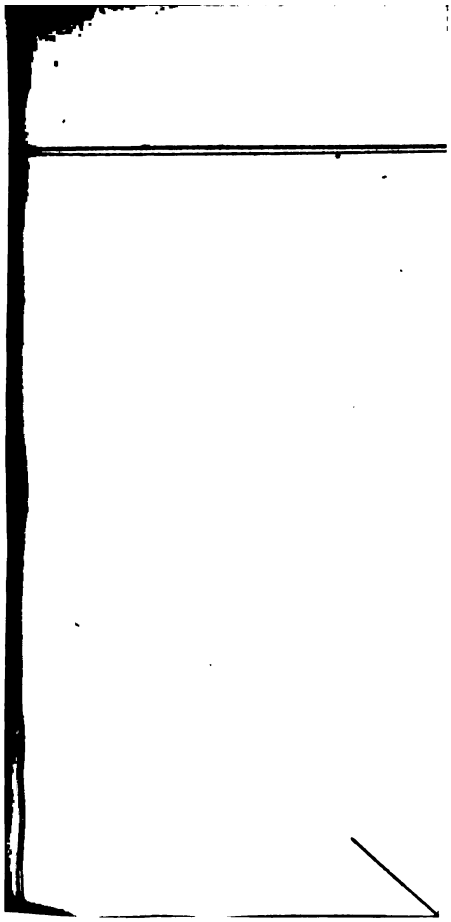

W'
Q

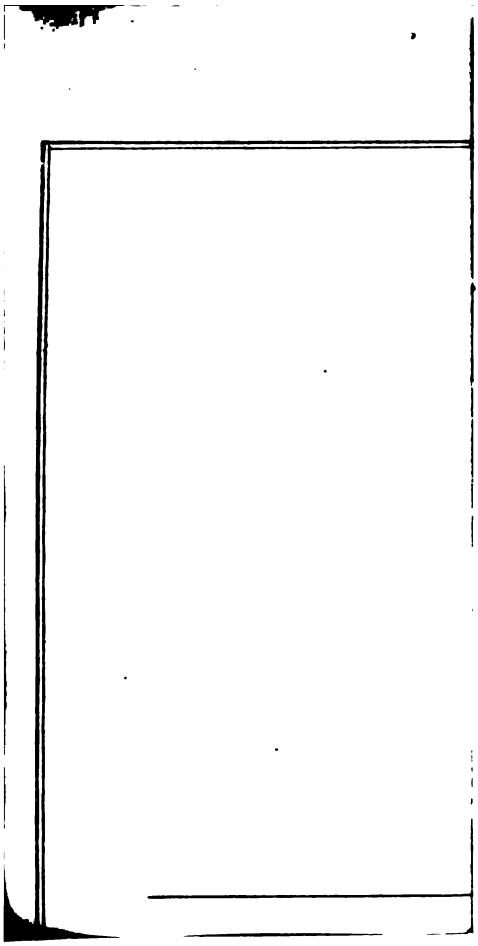
Fig

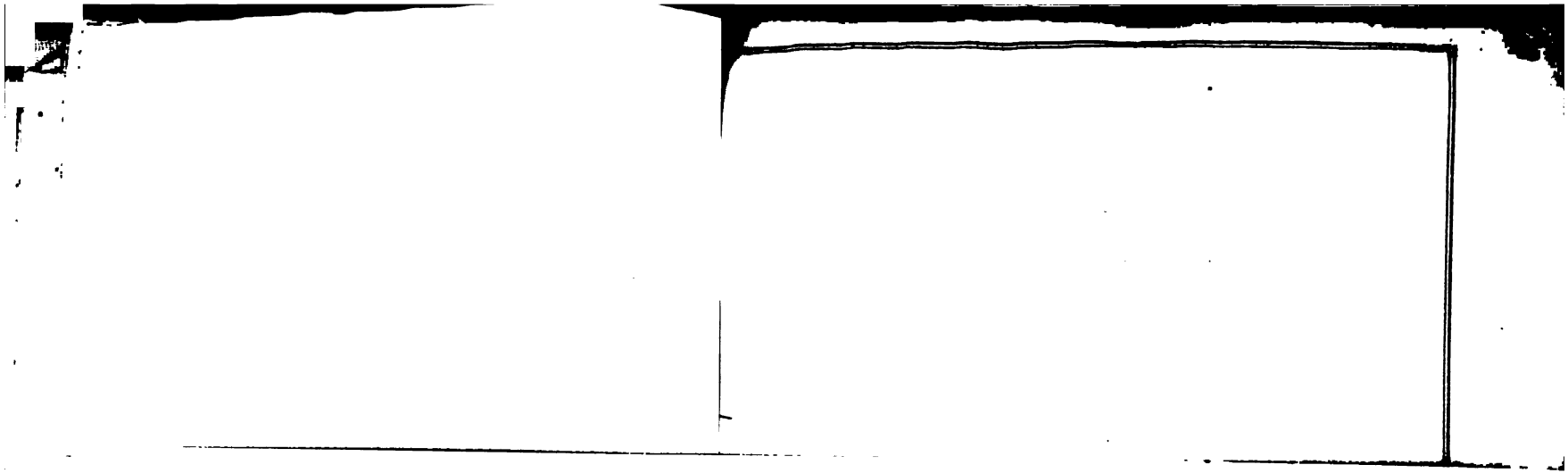


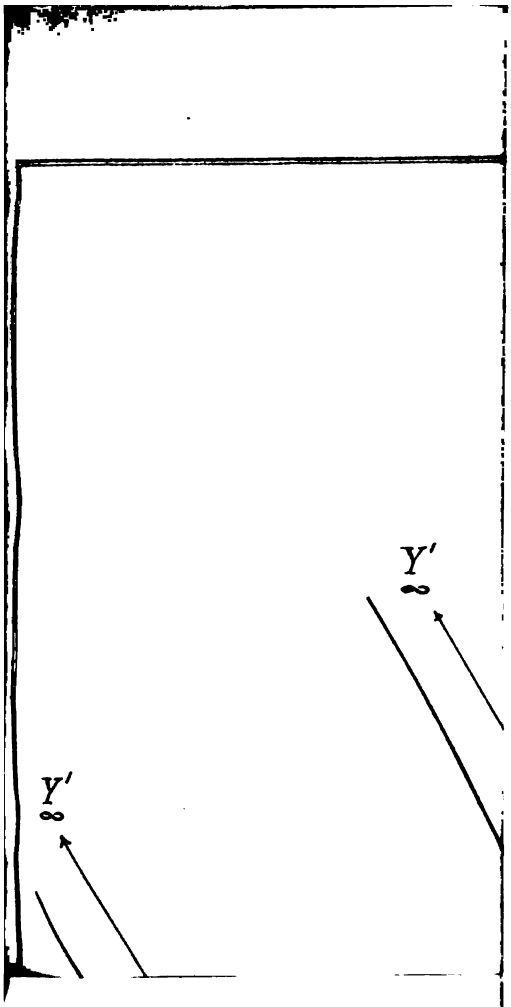

Y'
∞
A1
Q3
E3
E
A2
Q3
X'

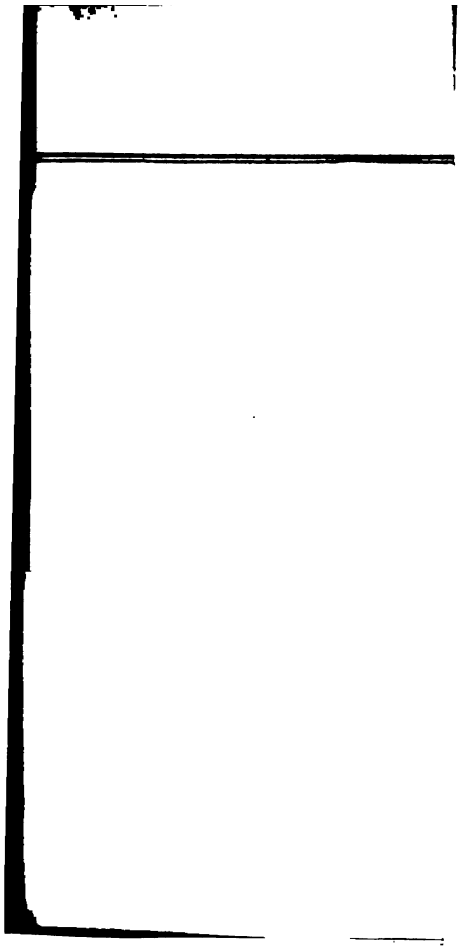
E_1








Y'
∞
Y'
∞



V'
∞
A

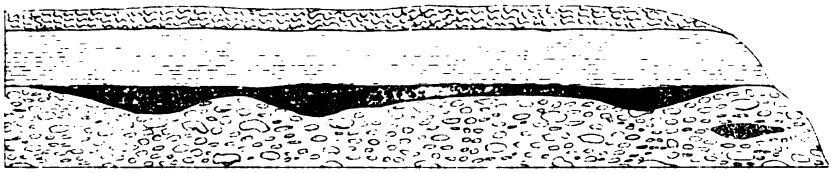


Fig. 1 Profil durch den obern Theil d. Erdbeergrube b. Basel. (Südseite)

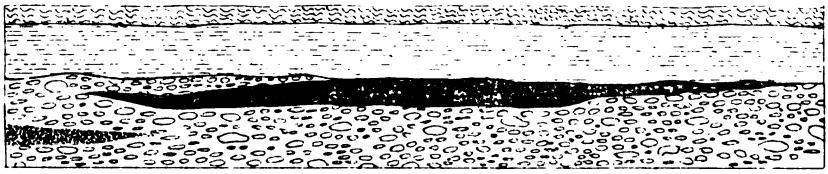


Fig. 2 Profil durch den obern Theil d. Erdbeergrube b. Basel. (Ostseite)

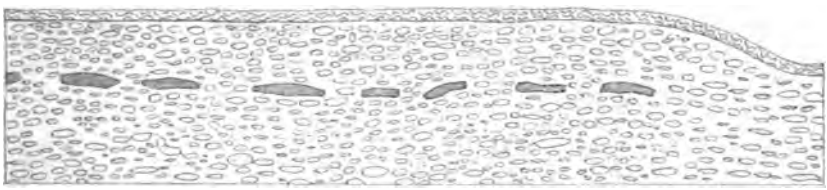
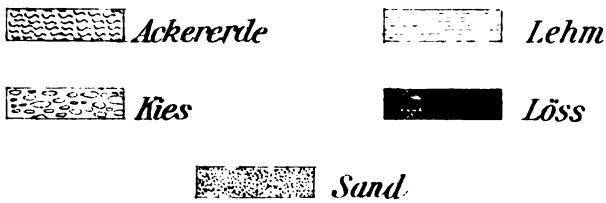


Fig. 3 Profil durch eine Kiesgrube auf dem Ruchfelde b. Basel.



I.

1 : 1

II.

1 : 1

III.

2 : 1

IV.

100 : 1

Hautschild eines Rochen aus der marinen Molasse, von der Seite (I) und von oben (II) gesehen. — III. Querschnitt (Dünnschliff). — IV. Ein einzelner Dentinkanal mit zahlreichen davon ausstrahlenden Dentinröhrchen.

LEIST Einfluss des alpinen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter.

Fig. 1.

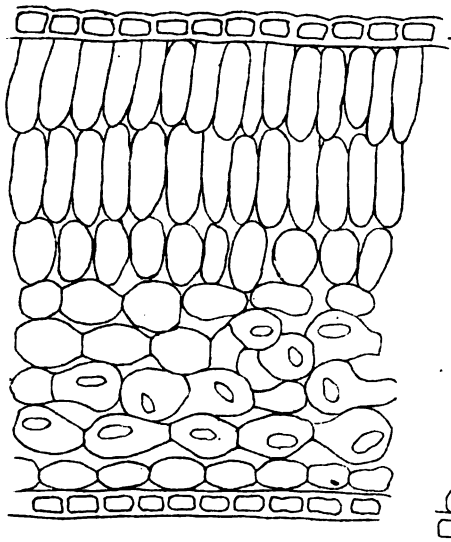


Fig. 2.

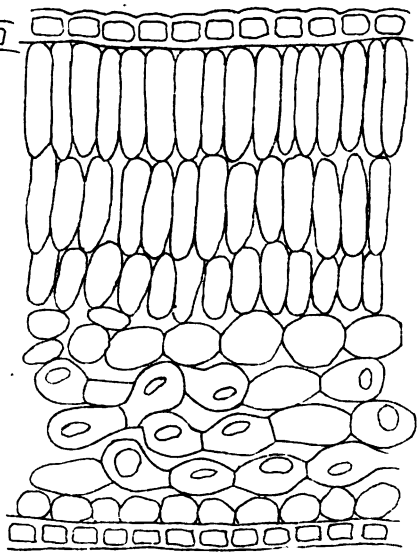


Fig. 3.

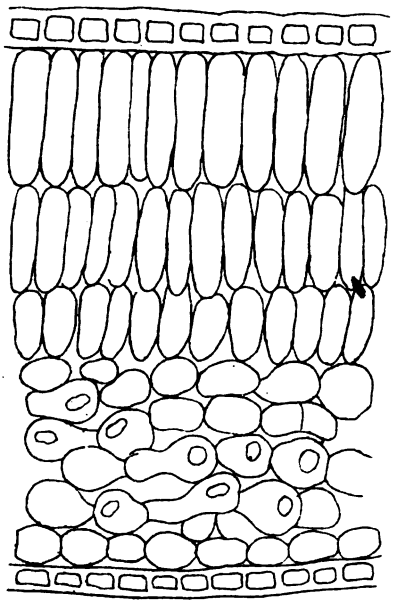
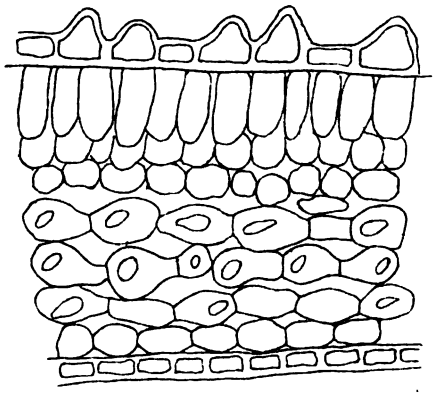


Fig. 4.



LEIST Einfluss des alpinen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter.

Fig. 5.

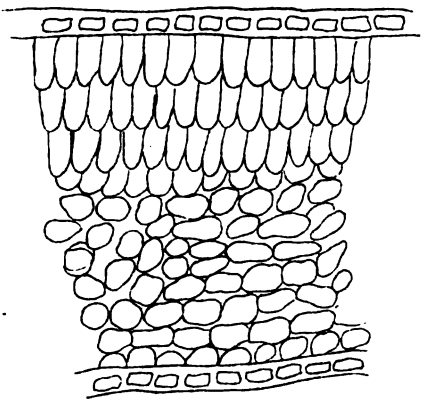


Fig. 6.

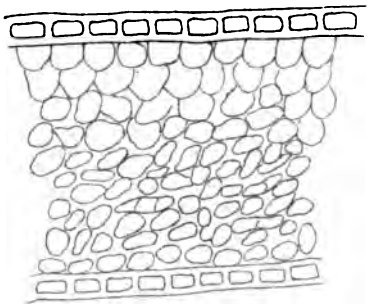


Fig. 7.

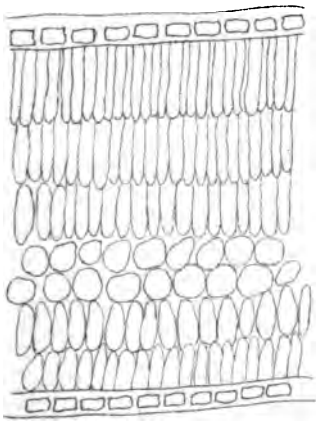


Fig. 8.

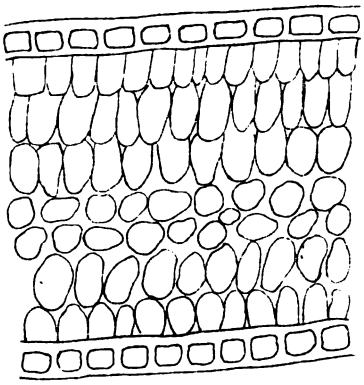


Fig. 9.

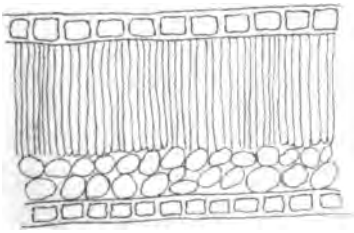
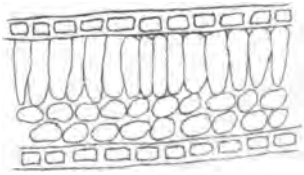


Fig. 10.



Mittheilungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Bern

aus dem Jahre 1890.

Nr. 1244 — 1264.

Redaction: Prof. Dr. J. H. GRAF.

BERN.
Druck und Verlag von K. J. Wyss.
1891.

Jahres-Bericht

über die

Thätigkeit der bernischen Naturforschenden Gesellschaft

während des Amtsjahres vom 1. Mai 1889 bis 1. Mai 1890.

Während des verflossenen Jahres hat die Gesellschaft 13 Sitzungen gehalten, welche ziemlich gut besucht waren. Die höchste Zahl der anwesenden Mitglieder betrug 33, die niedrigste 13, im Mittel 23.

In diesen 13 Sitzungen wurden 38 Vorträge gehalten, resp. Mittheilungen gemacht. Von diesen 38 Mittheilungen gehörten 7 in das Gebiet der Mineralogie und Geologie, ebenfalls 7 in das der Physik, namentlich Elektrizität. 4 behandelten Themata aus der Klimatologie, 4 botanische Fragen, 4 waren historischen Inhalts. Die Physiologie war vertreten mit 2 Vorträgen, ebenso die Anatomie und pathologische Anatomie, die Zoologie, die Bakteriologie, die Forstwissenschaft. 2 Mittheilungen betreffen Astronomie und Geographie. Als auf die Initiative des Herrn Sekundarlehrers Steck ein Lesezirkel errichtet wurde, hoffte man, die Zahl der Mitglieder werde sich vermehren. Grosse Früchte in dieser Beziehung hat aber bisher diese Neuerung nicht gehabt.

Durch Tod und Demission haben wir 4 Mitglieder verloren. 10 haben sich aufnehmen lassen, so dass die Zahl der jetzigen Mitglieder 164 beträgt.

Geschäftliche Traktanden von einiger Wichtigkeit wurden nicht besprochen. Die Gesellschaft schloss sich den Bestrebungen des Comités für die Landeskunde an und betheiligte sich an dem Cyclus wissenschaftlicher Vorträge, welche in den Monaten Januar, Februar und März im Museums-Saal stattfanden.

In der Sitzung vom 3. Mai wurde Professor Dr. Brückner als Präsident gewählt, Herr Dr. Schwab als Vicepräsident.

BERN, 3. Mai 1890.

Der Berichterstatter:
Dr. Dubois.

Sitzungs-Berichte.

816. Sitzung vom 18. Januar 1890.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Dr. Dubois. Anwesend 28 Mitglieder und 1 Gast.

1. Hr. Prof. Dr. Th. Studer legt eine Anzahl **Objekte vor, welche für die Biologie der nördlichen Bartenwale,** Balaena mysticetus und Balaenoptera musculus, **von Wichtigkeit sind.** Der Vortragende verdankt dieselben Herrn Professor Brice Thomson in Dundee. Es sind die wichtigsten Nährthiere des Walfisches, die zu gewissen Zeiten in ungeheuren Mengen auf der Oberfläche des Meeres erscheinen. Crustaceen aus der Abtheilung der Copepoden, *Calanus finnmarchicus* und Mollusken aus der Ordnung der Pteropoden, *Clio borealis* und *Limacina arctica,* erstere ohne, letztere mit einer Schale.

Von charakteristischen Parasiten des Walfisches wird vorgezeigt, Cyamus ceti, die Walfischlaus, eine Crustacee aus der Ordnung der Amphipoden.

2. Derselbe spricht ferner über **Säugethierreste aus dem miocaenen Muschelsandstein von Brüttelen.** Es fanden sich dort Fragmente von Knochen und Zähnen von fünf Arten von Säugethieren, alle in einem Zustande, der darauf schliessen lässt, dass die Knochen lange vom Wasser gerollt, mit Sand und Steinen verrieben und schliesslich mit diesen verkittet wurden. Neben den Säugethierresten finden sich solche von Meerthieren, besonders Haifischzähne, Muschelschalen und zahlreiche Knochen und Schalenplatten von Schildkröten.

Von Säugethieren liessen sich bis jetzt nachweisen: *Palaeomeryx* sp. Ein Metatarsus, Scaphocuboideum, Calcaneus.

Hyotherium Meissneri Myr. Ein Unterkieferfragment mit Zähnen, ein Metatarsalfragment, ein Astragalus.

Listriodon splendens Myr. Ein Unterkieferfragment mit zwei Molaren.

Dasselbe wurde von Herrn Förster *Christen* dem Museum für Naturgeschichte zum Geschenk gemacht.

Aceratherium incisivum Cuv. Mehrere Backenzähne, ein Halswirbel und ein Schädelfragment.

Dinotherium giganteum Cuv. Ein ganz abgeriebener Milchzahn des Unterkiefers.

Soweit sich bis jetzt übersehen lässt, stimmt die Zusammensetzung dieser kleinen Säugethierfauna mit derjenigen überein, welche sich in den obermiocänen Süsswasserablagerungen der Jurathäler, namentlich den-

jenigen von La Chaux-de-fonds findet. Die Knochen scheinen vom höheren Lande durch Flüsse in das Meer gespült und dort mit dem Meeressand vermischt worden zu sein.

3. Herr Dr. G. Huber hält einen Vortrag über die **Schwingungen der Elektrizität.**

Der Vortragende besprach die Hertz'schen Versuche der Jahre 1887—90, welche darthun, dass die Elektrizität eine schwingende Bewegung des Aethers ist, identisch mit den Lichtschwingungen.

Er behandelte zuerst die Schwingungstheorie im Allgemeinen. Vor Kenntniss derselben wurden Licht, Wärme, Elektrizität, Magnetismus durch besondere Stoffe, sog. Fluida erklärt; auf diese Weise entstand die Emissionstheorie des Lichts (Newton, 2. Hälfte des 17. Jahrhunderts), der bald nachher von Huygens (1678) die Undulationstheorie gegenübergestellt wurde, welche in der Folge den Sieg davontrug. Es wurde jene hypothetische, feine Materie, der Aether, welcher der Träger der schwingenden Bewegung ist, einer eingehenderen Betrachtung unterworfen. Nach den Lichtschwingungen hat man die strahlende Wärme als schwingende Bewegung von derselben Art erkannt.

Der Vortragende erwähnte, dass in neuester Zeit grosse Anstrengungen gemacht wurden, um die allgemeine Gravitation ebenfalls durch Bewegung eines zwischen den Körpern liegenden Mediums zu erklären (Andersohns Drucktheorie). Er erläuterte ferner, wie im Laufe der Zeit sich eine Reihe von Analogien zwischen Licht und Elektrizität gezeigt haben, welche schliessen liessen, dass die Elektrizität eine ähnliche Schwingungsform sein werde, wie das Licht. (Maxwell, elektromagnetische Lichttheorie.) Bei Beginn seiner Versuche 1887, fand Hertz noch eine neue Beziehung: Einwirkung des Lichts auf die Schlagweite elektrischer Entladungen. Hierauf folgten die Hertz'schen Versuche selber. Dieselben behandeln im Wesentlichen folgendes:

1. Erzeugung sehr schneller elektrischer Schwingungen in geradlinigen Drähten, die in Kugeln oder Platten endigen. Wirkung derselben auf einen sekundären Leiter.
2. Einfluss von Isolatoren auf die Funken im sekundärer Leiter.
3. Elektrische Wellen in einem gradlinigen Draht in der Luft fortgepflanzt, Interferenz beider. Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit im Draht und in der Luft.
4. Elektrodynamische Wellen im Luftraum und deren Reflexion an einer ebenen Wand, direkte Messung der Wellenlänge.
5. Gradlinige Ausbreitung, Reflexion, Polarisation und Brechung elektrischer Strahlen, bei Anwendung von Hohlspiegeln.
6. Die Fortleitung elektrischer Wellen durch Drähte geschieht nur an deren Oberfläche.

817. Sitzung vom 1. Februar 1890.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Dr. Dubois. Anwesend 22 Mitglieder und 1 Gast

1. Herr Prof. Dr. Th. Studer spricht über die hydrographischen und biologischen Forschungen des Prinzen von Monaco mit der Yacht. Hirondelle im Gebiet des nordatlantischen Oceans.

2. Herr Prof. Dr. A. Baltzer weist ein Vorkommen von sogenannten Schlagringen vor. Diese Erscheinung ist an Flussgerölle längst gekannt, wo sie besonders an den Quarziten schön hervortritt. Neu war es dagegen für den Vortragenden, dergleichen auch in typischer Grundmoräne zu sehen. Beim Bau der Drahtseilbahn Magglingen wurde bei der Bergstation der lehmige Boden zur Herstellung eines Bassins ausgehoben. Hierbei kam in ca. 900 M. Meereshöhe typische Grundmoräne des Rhonegletschers zum Vorschein mit den charakteristischen Smaragditgabbros und Eklogiten sowie vielen geschrammten Geschieben. Hierbei befand sich nun auch ein kopfgrosser Quarzit mit typischen Schlagringen über und über bedeckt. Der Durchmesser der Ringe bleibt meist unter 1 cm. Das Stück wird im städtischen naturhistorischen Museum aufbewahrt.

Ein zweites Stück wurde im Grundmoränenschutt des Aaregletschers bei Freymettigen beobachtet.

Das Auftreten solcher Schlagringe in Geschieben einer etwas geschwämmten Grundmoräne hat nichts Ausserordentliches an sich; entweder bildeten sie sich in der Grundmoräne selbst, oder sie entstanden beim Transport in einem Gletscherbach und wurden erst später der Grundmoräne einverleibt, oder der Gletscher entnahm sie einem Schotter, über den er hinwegging.

3. Derselbe demonstrirt ferner grosse Crystalle von Witherit aus Northumberland.

4. Derselbe spricht über ausgezeichnete Vorkommnisse von Riesentöpfen, die bei den Arbeiten der neuen Bahnhofserweiterung zum Vorschein kamen. Vis-à-vis vom Burgerspital steigt am Hügel der grossen Schanze der Sandstein (nebst Mergeln) bedeutend hoch empor (bis zu 15 Meter über die Bahnlinie) und ist bedeckt von sandiger Grundmoräne der grossen Schanze. Ueber den Sandsteinhügel herunter stürzte sich zur Gletscherzeit ein von etwa Nordwest kommender mächtiger Bach in einer Breite von ca. 7 Schritt. Er schnitt sich ca. 10 Fuss tief in den Sandstein ein und bildete einen grossen und mehrere kleine Töpfe; zwei zeigten deutliche Spiralen. Schleifsteine aus Aarematerial waren zahlreich vorhanden. Später stürzte ein gewaltiger Sandsteinblock von circa 4 cubm. in die Bachspalte nach und wurde dieselbe durch groben Kies und Gletscherschutt vollständig ausgefüllt. Bei der Sprengung des genannten Blockes kam direkt unter ihm der grösste aller Töpfe (4 m breit, 2½ m lang, 2 m tief) zum Vorschein. Herrn Unternehmer Ritter-Egger sei hiermit für die Zuvorkommenheit auf's Wärmste gedankt, mit der er durch Wegräumung des Schuttes die Untersuchung ermöglichte. Näheres nebst Photographien in der 30sten Lieferung der Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz.

5. Herr Prof. Dr. L. Fischer legt zwei in den Sammlungen des botanischen Gartens befindliche Proben amerikanischer Bastpflanzen vor: die eine das westindische sog. Spitzenholz (bois dentelle) von Lagetta lintearia, dessen Bast zu den verschiedensten Zwecken Verwendung findet.

6. Derselbe spricht über eine durch den Eisenbahnverkehr in hiesige Gegend eingeschleppte Graminee: Eragrostis minor. Es hat sich diese Species seit einer Reihe von Jahren auf Kiesboden in der Nähe verschiedener Eisenbahnstationen um Bern angesiedelt. Vortragender weist Exemplare derselben vor.

7. Herr Prof. Brückner spricht über den Einfluss der Schneedecke auf die Temperatur der Luft.
8. Herr Dr. J. H. Graf hat ausrechnen lassen, dass der Eiffelthurm in Paris, um vom Montblanc aus gesehen zu werden, ca. 5000 Meter höher sein müsste, als er thatsächlich ist.

818. Sitzung vom 15. Februar 1890.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Dr. Dubois. Anwesend 33 Mitglieder und 2 Gäste.

1. Herr Gymnasiallehrer Ris spricht über die Geschichte des internationalen Maass- und Gewichtsbureau und der neuen Prototype des Meters und des Kilogramms. (S. die Abhandlungen).
2. Herr Prof. Dr. Kronecker bespricht und demonstrirt den Engelmann'schen Bacterienversuch im Mikrospektrum.
3. Herr Dr. E. v. Freudenreich macht eine kurze Mittheilung über **eine durch Bacterien verursachte Blähung der Käse.**

Bekanntlich spielen die Mikroorganismen auch in der Industrie eine gewichtige Rolle, so z. B. im Brauereiwesen, welches durch das eingehende Studium der Hefepilze besonders durch Pasteur und Hansen, bedeutend gefördert wurde. Seit einiger Zeit fängt man auch im Molkereiwesen an, diesen kleinsten lebenden Organismen die gebührende Beachtung zu schenken, und überall, in Deutschland, Oesterreich, Holland, Russland und namentlich in der Schweiz, werden Institute in's Leben gerufen, deren Aufgabe es sein soll, die der Milchindustrie nützlichen oder schädlichen Mikroorganismen kennen zu lernen und die Mittel anzugeben, ihre Thätigkeit zu fördern oder eintretenden Falles zu bekämpfen. Insbesondere für die Käsefabrikation versprechen diese Studien nutzbringend zu sein, da die *Reifung* der Käse, von welchem Prozess bekanntlich die Feinheit, also der Werth der Waare abhängt, wohl grösstentheils der Thätigkeit von Mikroorganismen zu verdanken ist. Es ist zwar bis jetzt noch nicht gelungen, Bakterien zu isoliren, von welchen experimentell bewiesen wäre, dass sie die Reifung hervorbringen, aber es steht wenigstens fest, dass *ohne* Bakterien keine Reifung stattfindet. Dieses zuerst bewiesen zu haben, ist ein Verdienst der HH. Dr. Schaffer, Kantonschemiker und Dr. Bondzynski. Dieselben bereiteten aus gekochter, d. h. steril gemachter Milch (ca. 500 L.) einen Versuchskäse, nämlich unter Durchleitung von Kohlensäure, da gekochte Milch, wie von diesen Experimentatoren festgestellt wurde, nur so gebraucht werden kann, und machten dann die Wahrnehmung, dass dieser Käse später gar nicht reifte, sondern stets im Zustande der frischen Käsemasse, d. h. Ziger's, blieb. Ebenfalls bewies später Adametz, dass aus mit einem Antisepticum, wie z. B. Thymol oder Creolin, vermengter Milch Käse sich zwar machen lässt, dass aber derselbe nie reif wird. Wenn dadurch aber bewiesen wird, dass Bakterien bei der normalen Reifung des Käses die Hauptrolle spielen und dadurch auch die Hoffnung nahe gelegt wird, dass man später, wenn die dabei thätigen Bakterien bekannt sein werden, auch im Stande

sein wird, die Reifung nach Belieben zu leiten und zu befördern, so ist auf der anderen Seite anzunehmen, dass auch die *anormalen* Reifungen durch schädliche Bakterien verursacht werden. Wie wichtig dieser Punkt für die Käseindustrie ist, erhellt wohl daraus, dass ca. 40% der Emmenthalerkäse als Ausschusskäse, d. h. als minderwerthige Waare, verkauft werden müssen. Unter den Krankheiten der Käse spielt nun die sogenannte *Blähung* eine Hauptrolle. Dieselbe besteht darin, dass durch allzustarke Gasbildung der Käseleib aufgetrieben, anormal grosse Lochbildung bedingt und der Geschmack der Käse total verdorben wird. Es ist mir nun in letzter Zeit gelungen, experimentell festzustellen, dass Bakterien Ursache dieser Krankheit sind. Ich bin dabei von dem Gedanken ausgegangen, dass in solchen Fällen die Milch bereits von Hause aus infizirt sein müsse, nämlich in Folge von Euterkrankheiten der Kühe, in welchen Fällen man bekanntlich schon in der frischen Milch, wie sie aus dem Euter kommt, pathogene Organismen findet, welche, auf gesunde Kühe übertragen, Euterentzündungen verursachen. Prof. Guillebeau hatte nun die grosse Güte, mir drei Mikroorganismen zur Verfügung zu stellen, welche er in verschiedenen Fällen akuter Euterentzündungen isolirt und von welchen er experimentell nachgewiesen hatte, dass sie die Erreger dieser Krankheiten sind. Besonders der Umstand, dass diese Bakterien sehr viel Kohlensäure produziren, schien mir dafür zu sprechen, dass sie vielleicht bei der Blähung der Käse eine Rolle spielen könnten. Ich machte nun eine Anzahl Versuchskäse, die einen, die *Controlkäse,* aus normaler Milch, die andern aus der gleichen Milch, der man aber vor dem Gerinnen Reinkulturen der betreffenden Mikroben zusetzte. Bei der Fabrikation dieser Käse wurde ganz genau wie in der Praxis verfahren. Der Erfolg war nun ein überraschender. Während die Controlkäse normal blieben (vergl. Holzschnitt *a*) waren die geimpften Käse schon nach wenigen Tagen aufgebläht und zeigten in ihrem Innern eine ganz kolossale Lochbildung (Holzschnitt *b*).

a *b*

Ich werde Ihnen eine nähere Beschreibung dieser Bakterien hier ersparen und füge bloss hinzu, dass diese drei Mikroorganismen kurze, ziemlich plumpe, bewegliche *Bacillen* sind. Ich konnte sie bisher mit keinem der bekannten Erreger der akuten Euterentzündungen identifiziren und schlage daher vor, sie nach ihrem Entdecker Bac. Guillebeau a. b. u. c. zu nennen.

Der Hauptpunkt dieser Experimente liegt nach meiner Ansicht darin, dass dadurch ein Zusammenhang zwischen der Blähung der Käse und den Euterkrankheiten der Kühe als möglich festgestellt wird. Daraus ergibt sich *in praxi* die Nothwendigkeit, bei Auftreten von Käseblähungen sein Hauptaugenmerk auf den Gesundheitszustand der zur Milchlieferung benutzten Kühe zu richten.

819. Sitzung vom 1. März 1890.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Dr. Dubois. Anwesend 20 Mitglieder.

1. Anknüpfend an einen früher gehaltenen Vortrag über Gebirgsbildung im Allgemeinen spricht Herr Prof. Dr. A. Baltzer über das **Berneroberland und benachbarte Gebiete** auf Grund des von ihm verfassten Werkes: „Das mittlere Aarmassiv" (24. Lieferung der Beiträge zur geologischen Karte den Schweiz, 4. Abtheilung). Gleichzeitig legt er das dazu gehörige **Blatt XIII der geologischen Karte**, von Kaufmann, Baltzer und Mösch vor, sowie eine **geologische Schulkarte des Kantons Bern** von E. Kissling und A. Baltzer. Es wird der Bau des Oberlandes erörtert, nachgewiesen, dass das Ganze ein Faltengebirg ist, auf die liegende Faltenverwerfung am Wetterhorn und die Blattverschiebung im Haslithal aufmerksam gemacht, die Bedeutung und Entstehung der aus Protogin (einer mechanischen Granitfacies) und alten Gneissen bestehenden Granitzone erörtert. Der Vortragende hält aus allgemein chemischen Gründen jede Art der Entstehung dieser Zone auf sedimentärem oder sedimentärmetamorphem Wege für unwahrscheinlich. Entweder, so scheint es, haben wir es hier mit eruptiven Gesteinen oder mit der ersten Erstarrungskruste der Erde oder mit beiden zugleich (nur die Gneisse als Erstarrungskruste gedacht) zu thun. Mechanische Metamorphose in Folge der Faltung und Pressung trat später hinzu. In jedem Falle aber ergeben sich für die Erklärung beträchtliche Schwierigkeiten, besonders aus dem Umstand, dass Granit und Gneisse im mittleren Aarmassiv regelmässig schichtenartig alterniren, eine Thatsache, die durch irgend welche Annahme von Quetschzonen oder gneissig gequetschten Graniten (bezw. gneissig gequetschten Ausscheidungen im Granit) bisher nicht genügend erklärt werden konnte.

Bezüglich des Zusammenhangs von Aar- und Gotthardmassiv wird zunächst Rotondogranit und Aarmassivgranit als gleichaltrig nachgewiesen und hierauf auch der Parallelismus der übrigen krystallinischen Schieferzonen der beiden Massive theilweis zu erweisen versucht. Hieraus ergibt sich dann der Schluss, dass im Gegensatz zu den Anschauungen von Stapff und von Fritsch die beiden Massive wesentlich gleichaltrig sind.

2. Herr Dr. Dubois berichtet über seine in Gemeinschaft mit Dr. Stauffer unternommenen Untersuchungen betreffend den Uebergangswiderstand der Electrolyten (s. die Abhandlungen).

820. Sitzung vom 15. März 1890.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Dr. Dubois, nachher Herr Prof. Dr. Brückner.
Anwesend 19 Mitglieder und 1 Gast.

1. Herr Dr. Huber spricht über neuere elektrische Erscheinungen und Ansichten über die Elektrizität.

2. Herr Dr. J. H. Graf bespricht **das Leben und die Arbeiten des waadtländischen Astronomen Jean Philippe Loys de Cheseaux**. Derselbe, ein Sohn des Venners *J. P. L. Loys,* war mütterlicherseits ein Enkel

des berühmten Mathematikers *J. P. de Crousaz* und ca. 1718 geboren. Als wahres Wunderkind studirte er unter der Leitung seines Grossvaters und schrieb schon in seinem 17. Jahre drei tüchtige Abhandlungen über physikalische Gegenstände, die 1743 als „Essais de physique" erschienen sind. Sodann beschäftigte er sich vorzugsweise mit astronomischen Arbeiten, und bereits 1735 schrieb er eine Abhandlung: „Sur les satellites en général et sur ceux de Saturne en particulier" und richtete in Chesaux *eine kleine Sternwarte, wohl die älteste der Schweiz,* ein. Er mass auch *eine Basis,* um eine Triangulation im Kleinen vorzunehmen, sodann bestimmte er verschiedene Höhen trigonometrisch, z. B. den Mont Blanc. Am bekanntesten wurde Loys de Cheseaux durch die Entdeckung der Kometen von 1744 und 1746. Den erstern hatte leider 4 Tage vor ihm schon *Klinkenberg* in Haarlem gefunden. Loys beschrieb ihn aber in seinem „Traité de la comète qui a paru en décembre 1743, Genf 1744", ein Werk, das Epoche machend war.

Vom 2. Kometen blieb Loys der einzige Entdecker und ist neben *Gottfried Schweizer* überhaupt der einzige Schweizerbürger geblieben, der sich der Ehre einer solchen Entdeckung zu erfreuen hat. Loys wurde 1747 auf den Vorschlag von *Mairan* hin zum korrespondirenden Mitglied der Pariser Akademie, dann auch der Royal Society und der Akademie in Göttingen gewählt. Im Jahre 1751 begab er sich nach Paris, wo er öfters den Sitzungen der Akademie aktiv und passiv beiwohnte, aber leider am 30. November erst 33jährig von einem hitzigen Fieber dahingerafft wurde. Sein jüngerer Bruder *Charles* gab nach seinem Tode: „Mémoires posthumes de Mr. Jean Phil. Loys de Cheseaux" heraus. Leider ist Cheseaux in seinen letzten Lebensjahren in die Hände des bekannten *Th. Crinsoz* gefallen, der ihn für seine apokalypsischen Schwärmereien zu interessiren wusste, so dass Loys an der Hand seiner astronomischen Untersuchungen für die Herbst-Tag- und Nachtgleiche des Jahres 1749 einen allgemeinen Umschwung in Frankreich vorhersagte und als die Ereignisse nicht eintrafen, immerhin für die Mitte des Jahrhunderts doch dieselben bestimmt erwartete. Vielleicht war dies mit ein Grund, warum Loys sich 1751 nach Paris begab, um näher auf dem Schauplatze zu sein, wenn der Mann der Vorsehung eintreffen sollte. Es soll dies seinen Verdiensten keinen Eintrag thun, wird er doch stets für die Theorie der Kometen und diejenige Newtons als einer der Bahnbrecher angesehen werden müssen. Sein literarischer Nachlass besteht in 5 astronomischen, einem physikalischen und einem historischen Werk, für seine Jugend eine ganz bedeutende Leistung.

3. Herr Oberforstinspektor Coaz berichtet über den Sturmschaden vom 23. Januar 1890 in den Waldungen Graubündtens.

821. Sitzung vom 29. März 1890.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Brückner. Anwesend 19 Mitglieder.

1. Der Vorsitzende berichtet über die Delegirtenversammlung der schweizerischen gelehrten Vereine und Amtsstellen behufs Herstellung einer umfassenden Bibliographie der schweizerischen Landeskunde (s. Sitzungsberichte aus dem Jahre 1889, p. XIII); das

gedruckte Protokoll über dieselbe wird den betheiligten Vereinen zugestellt; es enthält dasselbe alle Beschlüsse betreffend Programm und Organisation, ferner die Mittheilung über die Wahl der Centralcommission. Es fragt sich nun, wie weit sich die naturforschende Gesellschaft am Fonds betheiligen will, der zur Inscenirung der Arbeiten nöthig ist. Die Angelegenheit wird dem Vorstande zur Berathung und Antragstellung überwiesen.

2. Herr Dr. C. Moser spricht über die internationale Erstellung der Himmelskarte und den gegenwärtigen Stand der diesbezüglichen Arbeiten.

3. Herr Oberforstinspektor Coaz berichtet über **die Verbreitung des grauen Lärchenwicklers** (Steganoptycha pinicolana, Z. A.) und des Schwammspinners (Ocneria dispar, L.) im Jahre 1888.

Ueber das Auftreten des genannten Lärchenwicklers in der Schweiz hatte der Vortragende in der Gesellschaft bereits am 27. Dezember 1879 und 21. Januar 1888 berichtet, er beschränkt sich daher auf die Mittheilung, dass der Frass leider mit dem Jahr 1887 seinen Abschluss noch nicht gefunden, sondern im Jahr 1888 sich in Oberengadin und Poschiavo in gleicher Verbreitung wie im Vorjahr fortsetzte und auch im Unterengadin, Münsterthal und Samnaun ganz allgemein stattfand. Dagegen trat 1889 das Insekt im Oberengadin nicht mehr als Schädling auf, wurde aber in Unterengadin noch sporadisch in der Gegend von Lavin und Süs und in Sanaidas und St. Jon bemerkt.

Nach Berichten aus dem Wallis hat dort der Lärchenwickler 1888 in verschiedenen Seitenthälern die Lärchen ebenfalls abgeweidet, so im Zermatthal, Bagnes, Entremont etc. Aus einer Stelle des Tagebuches des Herrn Forstmeisters Daval von Vevey, vom 10. Juli 1820 zu schliessen, ist das Insekt damals schon im Wallis sehr verbreitet aufgetreten.

Herr Coaz berichtet sodann über einen ausgedehnten Frass des Schwammspinners in der Gegend von Orvin, im bernischen Jura, in den Laubholzbeständen der felsigen, südlichen, trockenen Bergseite, [illegible] Rochers genannt, unter Vorweisung eines von Herrn [illegible] in Basel in Aquarell gemalten Bildes des von der Raupe entlaubten [illegible] und von Präparaten des Insektes in den verschiedenen Stadien der Metamorphose wie seines Hauptfeindes der Calosoma sycophanta.

Ueber diesen Frass findet sich eine ausführliche Arbeit von Herrn Oberförster [illegible] im Jahrgang [illegible] der schweizerischen Zeitschrift für das Forstwesen.

4. Herr Dr. J. H. Graf [illegible] über den bekannten Physiker Michel [illegible], der [illegible] Jahre [illegible] in Aarburg war, [illegible] Michel [illegible] mit der [illegible] Basis auf dem grossen Moos [illegible] zu messen [illegible] Mathematiker von Paris [illegible] Der Vortragende [illegible] Mittheilungen [illegible] Sitzung.

922. Sitzung vom 3. Mai 1890.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Dr. [illegible]. Anwesend 14 Mitglieder und 2 [illegible].

1. Die Gesellschaft bewilligt an die [illegible]

graphie für schweizerische Landeskunde (s. letzte Sitzung) einen einmaligen Beitrag von Fr. 50.

2. Herr Dr. Dubois verliest den Jahresbericht für das Vereinsjahr 1889/90.
3. Wahlen. Zum Präsidenten für das Vereinsjahr 1890/91 wird ernannt Hr. Prof. Dr. Ed. Brückner, bisheriger Vicepräsident, zum Vicepräsidenten Herr Dr. S. Schwab.
4. Herr Dr. P. Dubois spricht über Inductionsströme.
5. Herr Prof. Dr. Brückner spricht über Verdunstung einer Schneedecke und Condensation an derselben.
6. Herr Prof. Dr. A. Baltzer demonstrirt einen **von der Alp Ahorni (Trift) stammenden Graphitschiefer oder Graphitphyllit.** Derselbe, für Graphit gehalten und versuchsweise ausgebeutet, wurde ihm zur Untersuchung mitgetheilt.

Das Gestein ist grau, uneben-blättrig, dicht, glänzend, färbt ab, lässt sich schneiden und sägen.

Die chemische Analyse*) der bei 105° getrockneten Substanz ergab:

Kieselsäure	27.42 %
Thonerde	21.18 „
Eisenoxyd	8.94 „
Eisenoxydul	8.68 „
Kalk	10.04 „
Magnesia	3.60 „
Kali	0.22 „
Natron	3.70 „
Kohlenstoff	8.44 „
Wasser	6.59 „

Sämmtliche Bestimmungen wurden zweimal ausgeführt, Wasser und Kohlenstoff durch Aufschliessen mit Bleichromat im Verbrennungsrohr, Ueberleiten von Sauerstoff und Auffangen in Schwefelsäure und Kali. apparat bestimmt. Titansäure wurde abgeschieden, aber nicht bestimmt.

Aehnliche Schiefer, auf Blatt XIII der schweizerischen geologischen Karte als Anthracitschiefer bezeichnet, hat der Vortragende bei der Thältihütte (Triftgletscher) beobachtet, vgl. auch die Schiefer an der Südseite des Wendenwasserthals.

Die Schiefer von Ahorni stehen in nächster Beziehung zur Sammelzone der sericitischen Gneisse und Phyllite, von vermuthlich palaeozoischem Alter, wie sie auf Blatt XIII ausgeschieden und von älteren Gneissen getrennt wurden. Diese Zone ist auf genanntem Blatt in der Trift etwas nach Süden zu verbreitern.

Die Schiefer einem der palaeozoischen Systeme zuzutheilen, ist unthunlich, man könnte Carbon vermuthen, jedoch liegt kein eigentlicher Beweis dafür vor.

823. Sitzung vom 7. Juni 1890.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Weibel.

Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Brückner. Anwesend 18 Mitglieder und 1 Gast.

1. Es wird beschlossen zur Bekanntmachung des Lesezirkels einerseits und zur Vermehrung der Mitgliederzahl der Gesellschaft anderer-

*) Von Dr. M. Scheid in Freiburg (Baden).

seits, Circulare in der Stadt und im Kanton zu versenden, in welchen auf die Creirung des Lesezirkels, sowie auf die übrigen Vortheile der Gesellschaft aufmerksam gemacht werden soll.

2. Ein Schreiben der burgerlichen Forstcommission theilt mit, dass ein neu aufgedeckter erratischer Block am Süd-Ost-Abhange des Grauholzwaldes mit einer Inschrift zum Andenken an Herrn Forstmeister v. Wurstemberger versehen worden ist. Ausserdem sollen sämmtliche Gedenksteine an verstorbene Forstmeister, sowie allfällig noch vorhandene Fündlinge topographisch aufgenommen werden. Die Forstcommission wird der Gesellschaft seinerzeit von dem Resultat dieser Aufnahme Kenntniss geben.
3. Herr Prof. Dr. Strasser hält einen Vortrag über neuere Untersuchungen betreffend den Vogelflug.
4. Herr Dr. Thiessing spricht im Anschluss an die Mittheilung von Herrn Prof. Baltzer betreffend den Graphitphyllit in Gadmenthal über einen wirklichen **schweizerischen Graphit**, der aber leider auch nicht ausbeutungsfähig erscheint. Einleitend wurde bemerkt, dass „Graphit" (plumbago, plombagine) ein in verschiedenen ältern Formationen vorkommendes Mineral genannt wird, das grossentheils aus Kohlenstoff besteht. Blei ist es nicht, wie man früher annahm, und wie der lateinische Name, und danach der französische, noch andeutet. Es ist eine grauschwarze Masse mit stark metallischem Glanz, färbt schwarz bei der Berührung und fühlt sich seifig oder talkig an. Die Härte ist verschieden, je nach der Natur der beigemischten Unreinigkeiten und der Grösse des Druckes, dem das Material ausgesetzt gewesen ist.

Man findet den Graphit hauptsächlich in Bayern (Passau), in Piemont, in den Pyrenäen, in England (Borrowdale, Grafschaft Cumberland) im französischen Departement Ariège und auf der Insel Ceylon. Die Hauptverwendung findet das Mineral bei der Bleistiftfabrikation (*Bleistift* deutet noch auf jenen Irrthum bezüglich der Bestandtheile), Tigelfabrikation, zum Ueberziehen von Eisen, von Ofenrohren, beim Glasiren von Backsteinöfen, und allein oder mit etwas Fett vermischt als Schmiere für gewisse Maschinen, für Fuhrwerke u. s. w.

Graphit ist also ein sehr brauchbarer Stoff, wenn man ihn in einiger Menge und in guter Qualität findet, und er ist denn auch in der Schweiz seit längerer Zeit gesucht worden. Bis jetzt ohne Erfolg.

Der Zufall hatte nun den Vortragenden bei genauerer Besichtigung verschiedener schweizerischer fossiler Brennmaterialien auch Stücke eines Anthracits vor die Augen geführt, der einen ungewöhnlichen metalligen Glanz zeigte und als Brennstoff nicht wohl zu gebrauchen war, weil er noch schwieriger in Brand zu setzen ist als der gewöhnliche Anthracit und eine sehr beträchtliche Schlacke zurücklässt.

Es schien angezeigt, dieses Mineral chemisch untersuchen zu lassen, und die Analyse ergab Folgendes:

Feuchtigkeit (bei 400° ausgetrieben) . . .	7,15
Im Sauerstoffstrom geglüht, aufgefangenes Wasser	5,46
Entsprechend Wasserstoff	0,61
Kohlenstoff	61,77
Aschenbestandtheile	27,11

Der Chemiker, der die Analyse besorgt hatte, bemerkte dazu, es sei zu schliessen, dass von dem im Sauerstoffstrom (beim heftigen Glühen im

Verbrennungsrohr) ausgetriebenen Wasser nur ein kleiner Theil, wenn überhaupt irgend etwas, ursprünglich als Wasserstoff mit dem Kohlenstoff verbunden gewesen; das meiste sei augenscheinlich chemisch gebundenes Wasser der Mineralbestandtheile gewesen. Das Mineral enthalte also 61,77% wirklichen reinen Graphit und 27% Asche. U. s. w.

Man hat hierauf die Sache etwas weiter verfolgt, namentlich auch durch einen Schlemmprozess den Kohlenstoff so rein als möglich zu erhalten gesucht, aber es zeigte sich, dass dieser Graphit weder in Qualität noch in Bezug auf Lieferungspreis mit den bekannten meist auch in ergiebigen Lagern vorhandenen Sorten konkurriren kann. Wenn also selbst in diesem Fall die industrielle Verwerthung ausgeschlossen scheint, so ist den Leuten im Gadmenthal umsomehr zu rathen, von ihren kostspieligen und aussichtslosen Grabungen, die sie fortsetzen möchten, abzustehen.

Samstag, den 14. Juni 1890.

Excursion zur Besichtigung der erratischen Blöcke im Grauholz und Sädelbachwald unter freundlicher Leitung des Herrn Forstmeister Zeerleder. Es betheiligen sich an derselben 16 Mitglieder.

824. Sitzung vom 29. Juni 1890.

Vormittags 10 Uhr im Kurhause zu Magglingen bei Biel.

Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Brückner. Anwesend 8 Mitglieder aus Bern, 3 aus Biel, 1 aus Pruntrut; ausserdem 8 Gäste.

1. Herr Prof. Dr. Th. Studer spricht über die Thierwelt des Jura zur Zeit der Bildung des Muschelsandsteines und demonstrirt eine Reihe von Säugethierresten aus dem Muschelsandstein, besonders von Brüttelen (der Vortrag erscheint in den Abhandlungen des nächsten Jahres).
2. Herr Dr. Koby aus Pruntrut hält einen Vortrag: Les grottes de Milandre et de Reclère dans le Jura Bernois, welchen er durch Grundrisse und Längsschnitte genannter Höhlen sowie durch Vorweisung von Stalactitenbildungen und von Photographien illustrirt.

   Anschliessend daran beschreibt Herr Baron de Guerne, Präsident der Société zoologique de France, der als Gast anwesend ist, eine Höhlenuntersuchung, die er auf der Insel Graziosa in den Azoren vorgenommen, Herr Rollier aus St. Imier spricht über die von ihm erforschten Höhlen von Montfaucon und La Joux im Jura, Herr Dr. Thiessing theilt eine Schilderung seines Besuches der Höhle von Milandre mit und Herr Dr. Lanz jun. macht die Anregung, es möchte die Gesellschaft Schritte thun zur Erhaltung der Höhlen bezw. der darin enthaltenen Stalactitenbildungen.
3. Herr Rollier gibt kurze Erläuterungen über die geologischen Verhältnisse der Dubenlochschlucht und bespricht insbesondere die dort vorkommenden interessanten Tuffablagerungen.

Nach Schluss des wissenschaftlichen Theils der Sitzung vereinigten sich die meisten der Theilnehmer zum gemeinschaftlichen Mittagessen. Inzwischen hörte der Regen, welcher den ganzen Vormittag gefallen war, und dem auch die Schuld an der geringen Theilnehmerzahl beizumessen

ist, auf, und so konnte der projektirte Spaziergang doch noch ausgeführt werden. In Frinvillier wird die Holzstofffabrik besichtigt und bei schönem Abendsonnenschein die an Naturschönheiten so reiche Dubenlochschlucht durchwandert.

825. Sitzung vom 1. November 1890.

Abends 7½ Uhr im Hôtel Pfistern.

Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Brückner. Anwesend 21 Mitglieder.

1. Herr Prof. Dr. A. Tschirch hält einen Vortrag: Physiologisch-chemische Studien über den Samen und seine Keimung.
2. Herr Th. Steck referirt über eine Arbeit von Dr. Bergroth in Forssa (Finnland): „Beitrag zur Tipulidenfauna der Schweiz" (s. die Abhandlungen).
3. Herr Prof. Dr. Th. Studer weist als Nachtrag zu seinen früheren Mittheilungen über die Säugethierfauna des Muschelsandsteines (s. Sitzung 816 und 824) Gehörknochen von Delphinen vor, die in Brüttelen gefunden worden waren.
4. Derselbe demonstrirt ferner eine Anomalie bei einer Forelle: eine Doppelmissbildung, bei welcher das eine Individuum auf embryonaler Entwicklungsstufe blieb, das andere dagegen sich vollständig entwickelte.
5. Derselbe zeigt einen Froschalbino vor, der bei Fraubrunnen gefunden worden war.

826. Sitzung vom 15. November 1890.

Abends 7½ Uhr bei Webern.

Vorsitzender: Hr. Prof. Dr. Brückner. Anwesend 29 Mitglieder und 4 Gäste.

1. Herr Prof. Dr. J. H. Graf hält einen Vortrag **über Micheli du Crest.**

Jean Barthélemy Micheli du Crest, 1690 in Genf geboren, war zuerst in französischen Diensten, dann 1721 Mitglied des grossen Rathes von Genf und kam als solches bei Anlass der Befestigung Genfs mit den Behörden in Konflikt, dass er sogar am 8. November 1735 in effigie enthauptet wurde. Bei der sogenannten Mediation durch die französische Regierung einerseits und die Stände Bern und Zürich andererseits wurde er übergangen und nicht in die Amnestie eingeschlossen, daher suchte er sich selbst in Bern und Zürich Recht zu verschaffen. In beiden Städten, wie auch in Basel, ausgewiesen, wurde er schliesslich in Neuenburg auf Betreiben Berns im Oktober 1746 verhaftet und zuerst im Burgerspital und vom Juni bis Dezember 1747 in Aarburg in Gewahrsam gehalten, dann wegen Krankheit wieder nach Bern versetzt, wo er sich 1749 gegen sein Versprechen in die Henziverschwörung einliess und dann im August 1749 unter Androhung der Todesstrafe zu lebenslänglicher Einkerkerung in Aarburg verurtheilt wurde. In Aarburg bewohnte er zwei Zellen im dritten Stock des sogenannten Laboratoriums und blieb daselbst unter strenger und oft chikanöser Behandlung bis zum Dez. 1765 in Haft; endlich liess man ihn frei, worauf er sich nach Zofingen begab und dort am 29. März 1766 starb.

Seine Verdienste um die Wissenschaft sind nach zwei Richtungen bemerkenswerth. 1) In Bezug auf *Kartographie* und *Topographie*. Von

früh an hat Micheli ein grosses Talent für alle Arbeiten des Ingenieurfaches gezeigt. Nach seinen Ideen wurden das Gebiet der Stadt Genf wie auch Savoyen aufgenommen und während seiner Gefangenschaft in Aarburg fasste er den Plan, *die Schweiz trigonometrisch zu vermessen.* Nach einem umfangreichen Memoire von 1754 schlug er vor, den Meridian von Basel bis an die italienische Grenze, mehrere grosse Basislinien von 4—5000 Toisen zu messen, die ganze Schweiz mit einem trigonometrischen Dreiecksnetz zu bedecken, die Höhen der Berge zu bestimmen und die Konfiguration des Terrains nach der Vogelperspective aufzunehmen. Sodann sollten drei französische Mathematiker, die in Peru oder Lappland gearbeitet haben, und drei gute Zeichner engagirt werden. Zu den drei französischen Ingenieurs kämen dann 9 schweizerische, so dass man drei Gruppen zu 4 Mann bilden würde, denen man noch 12 junge Leute aus guten Familien beigeben würde, die hier eine tüchtige Vorschule für den Militärdienst machen könnten. Die Kosten würden von der Tagsatzung nach Massgabe des Gebiets der einzelnen Stände vertheilt. Die Aufnahmen, alle nach einheitlichem Massstab, würden jedem Stand einen Band Detail-Karten seines Gebiets, eine Karte im reduzirten Massstab seines Gebiets und eine Generalkarte der ganzen Schweiz liefern. Aus einem spätern Memoire erhellt, dass er 1756 auf Solothurner Gebiet bereits *eine Basis gemessen und die Absicht hatte, sie über das grosse Moos bis Murten, ja bis Payerne vorzuschieben.* Leider wurde aus dem ganzen Plan nichts. Immerhin existirt noch eine schöne Probe seines Könnens, es ist dies der *„Prospect géometrique"* der *Berner Alpen*, wohl das *erste* Panorama der Alpen überhaupt. Seine Hilfsmittel waren primitive, daher sind bei seinen Höhenbestimmungen arge Fehler unterlaufen, immerhin ist diese Arbeit ein epochemachender Versuch.

2. sind Micheli's *Leistungen auf dem Gebiete der Thermometrie* nicht unbedeutend. Schon 1740 beschäftigte er sich in Paris mit der Herstellung von Thermometern und wählte als unteren Fundamentalpunkt die Temperatur des 84' tiefen Kellers des Pariser Observatoriums, einen Punkt, den er mit 0° bezeichnete und Tempéré nannte und auf der Erde als allgemein vorhanden annahm. Der obere Fundamentalpunkt war der Siedepunkt des Wassers und den ganzen Abstand theilte er in 100° ein. Der Schmelzpunkt des Eises erhielt so $10^{2}/_{5}$° Micheli. Micheli ist ferner der Erste gewesen, der die jetzt noch gebräuchliche Methode der Kalibrirung einer Röhre vorschlug, auch wies er zuerst darauf hin, dass der Siedepunkt des Wassers bei geringerem Druck niedriger sei als bei höherem. Seine Thermometer verschenkte Micheli an Standespersonen und dieselben wurden in der ganzen Nordwestschweiz, hauptsächlich im Jura, in Basel, Zürich und Bern vielfach gebraucht. Auch Barometer von grossem Ruf verfertigte Micheli in Aarburg. Micheli stand in Correspondenz mit einer grossen Zahl von schweizerischen und ausländischen Gelehrten, insbesondere mit Prof. *J. J. Huber* in Basel und mit *A. von Haller* in Bern; 21 Briefe von Haller finden sich auf der Berner Stadtbibliothek. Sein literarischer Nachlass besteht in 15 Manuskripten und 6 Druckschriften politischen Inhalts, 4 Panoramen und Plänen, 7 physikalischen Werken und vielen Manuskripten geodätischen Inhalts u. a. mehr. Das Nähere über Micheli findet sich in der Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften in bernischen Landen III. Heft 2. Abtheilung des Vortragenden.

3. Herr Dr. E. Kissling spricht über das Graphitlager im Gadmen-

thal (s. Sitzung 822) und demonstrirt ein interessantes Stück von sog. Ruinenmarmor.

3. Herr v. Jenner zeigt einen Krystall vor, der in einem alten Glycerinpräparat, in welchem Buchenknospen enthalten waren, aufgetreten ist (s. folgende Sitzung).

827. Sitzung vom 29. November 1890.

Abends 7½ Uhr im Gasthof zum Storchen.

Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Brückner. Anwesend 20 Mitglieder.

1. Der Section Biel des schweizerischen Alpenclubs ist es gelungen den sog. Zwölfistein ob Biel, einen interessanten und schönen erratischen Block aus dem Montblancmassiv, welcher Gefahr lief, für bauliche Zwecke verwendet zu werden, zu Handen der Einwohnergemeinde Biel als unveräusserliches Eigenthum zu erwerben, sofern bis Ende dieses Jahres der Kaufpreis erlegt werden kann. Die hiezu nöthigen Mittel sollen auf dem Subscriptionswege beschafft werden. — Die Gesellschaft beschliesst, Fr. 50 beizutragen.
2. Als Delegirte für den im Jahre 1891 in Bern stattfindenden internationalen geographischen Congress werden gewählt die Hrn. Dr. E. von Fellenberg und Prof. Dr. A. Tschirch.
3. Herr Prof. Dr. Th. Studer demonstrirt den Albino einer Nacktschnecke (Limax cinereoniger Wolf), welcher auf dem Hasliberg gefunden worden ist (s. d. Abhandlungen des folgenden Jahres).
4. Derselbe berichtet über **eine neue Gattung und Art von Alcyonarien** aus der Familie der Isidae, welche während der Erforschungsreisen des Prinzen von Monaco im Grunde des Atlantischen Oceans nahe den azorischen Inseln gefischt wurde. Die Koralle zeigt das aus abwechselnden Horn- und Kalkgliedern bestehende Skelett der Isidae. Die allgemeine Gestalt des fächerförmig verzweigten Polypenstocks erinnert an Mopsea und namentlich an Sclerisis, die Rinde ist dünn, und die Polypen bilden zwei in alternirender Weise stehende, warzenförmige Kelchreihen, die Spicula weichen sowohl von denen der Ceratoisidinae, als der Mopseinae ab und zeigen grosse Uebereinstimmung mit denen der Isidinae und zwar der Gattung Isis. Diese früher isolirt stehende Gattung wird dadurch näher mit den Mopseinae verbunden.

   Die Gattung wird mit dem Namen Chelidonisis, nach dem Beobachtungsschiff Hirondelle, belegt, die Art als aurantiaca, n. sp. nach der orangerothen Farbe der Rinde bezeichnet.
5. Herr Dr. H. Frey hat den in letzter Sitzung von Herrn Jenner vorgewiesenen Krystall untersucht: es handelt sich um Oxalsäure mit einer kleinen Beimengung von Pyrogallussäure.
6. Derselbe spricht hierauf über eine Verunreinigung des gewöhnlichen Aethers durch Vinyläther und demonstrirt das Verfahren zum Nachweis derselben.
7. Herr Dr. Ed. Fischer weist zwei reichlich von einem parasitischen Pilz: Graphiola Phoenicis Poit. befallene Dattelstöcke vor und bespricht die Organisation und Entwicklung dieses Parasiten.

8. Herr Prof. Dr. Graf referirt über eine Arbeit des Herrn A. M. Tanner in Nr. 678 Vol. XXVII des Telegraphic Journal and Electrical Review, worin das **Verdienst Mousson's um das Mikrophon** näher dargelegt wird. In den Comptes-Rendus der Pariser Akademie 1878 pag. 131 konstatirt Du Moncel, dass er gegen 1856 angefangen habe, die Veränderung des Leitungswiderstands bei unvollständigem Contakt der Elektroden zu studiren. Dies bestimmt das Datum der Entdeckung Du Moncel's. Nun hat aber Professor A. Mousson in den „Neuen Denkschriften der Schweizer. Naturforsch. Gesellschaft für 1855, Band 14" eine Arbeit publizirt: „Ueber die Veränderungen des Leitungswiderstandes der Metalldrähte" und hier pag. 23 (Figur 8) ein Experiment demonstrirt, in welchem bei losem, leichtem Contakt der Elektroden, die durch zwei kreuzweise übereinanderliegende Drähte gebildet werden, schon Widerstandsänderungen durch Aenderung der gegenseitigen Lage durch den Strom selbst hervorgebracht werden. Im Compte-Rendu der 45. Jahresversammlung der schweizerischen Naturforscher in Lausanne 1861 führt Mousson die Studien über die Veränderungen des Leitungswiderstandes bei Druck noch weiter aus, und endlich findet sich in seinem Werk „Die Physik auf Grundlage der Erfahrung", Zürich 1874, Vol. 3, pag. 412, Fig. 942, (neueste Auflage pag. 513, Fig. 1037) ein Apparat abgebildet, der ganz gut, wenn ein Telephon als Receiver eingeschaltet wird, als Mikrophon dienen kann. Es bleibt also nur noch Professor Hughes das Verdienst, eine bekannte Form eines variablen Contaktwiderstandes gewählt zu haben, da Mousson alle einschlagenden Erscheinungen bereits schon seit 1855 zu studiren angefangen hat; somit darf der Letztere bei der Geschichte der Entdeckung des „Mikrophons als Transmitter" von Schallwellen nicht vergessen werden. —

9. Herr Prof. Dr. A. Baltzer bespricht **die Erdpfeiler** (Erdpyramiden, Cheminées des fées, „Loamthurmen") und weist Photographien derselben aus der Umgebung von Botzen vor. Erscheinung und Entstehung dieser Gebilde sind allgemein bekannt; hier nur einige Bemerkungen. Die Pfeiler, wie sie der Vortragende bei Oberbotzen sah, sind meist nach oben etwas verjüngt, zuweilen canellirt, seltener gleichmässig dünn. Sie entwickeln sich oft sehr deutlich aus Rippen, die zur Thalrichtung senkrecht stehen. Sehr spitzige Formen, die den krönenden Stein schon verloren haben, bezeichnen den Rückgang der Erscheinung. An einem Pfeiler wurde oben ein schiefer, schlotartiger, innerer Hohlkanal beobachtet (Rest eines alten, unterirdischen Wasserlaufes). Das Material ist Moräne und enthält eine Anzahl von Blöcken der verschiedensten Dimensionen, die auch noch an jedem Pfeiler zu sehen sind. Die grossen bedingen bekanntlich, indem sie wie ein Schirm wirken, die im Uebrigen vom Regen erzeugte Erscheinung. Die Blöcke sind sowohl eckig wie rund. Grundmoräne scheint vorzuwalten, sie ist von feinstem Porphyrdetritus, roth gefärbt, rauh, hart, schwer zu begehen.

Zur Eiszeit wurden die flachen Schluchten mit Moräne ausgefüllt, in welcher der Bach später einen neuen Weg erodirte. An den Gehängen der neuen Schlucht entstanden durch Regenwirkung zuerst Rippen, aus denen sich die Pfeiler unter dem Schutz von Steinen (seltener von Büschen oder Wurzelwerk) entwickelten.

An windgeschützteren Stellen, wo der Regen weniger schief anschlug, konnten sie sich besser entfalten.

Wiewohl das grossartige Porphyrmassiv von Botzen die schönsten und zahlreichsten Erdpfeiler trägt, demnach hier die Bedingungen der Bildung günstig waren, kommen sie doch auch bei uns an ziemlich vielen Orten vor und sind sogar, en miniature entwickelt, an unsern Glacialgehängen eine ziemlich häufige Erscheinung. Die schönsten treten bei Useigne im Eringerthal auf (Entstehung aus Rippen hier sehr deutlich), andere Stellen sind die Visperthäler, das Saxetenthal bei Interlaken, Sinestrathal (Unterengadin), ferner am Sundbach bei Beatenberg (nach v. Fellenberg). In Savoyen kommen sie bei St. Gervais vor.

828. Sitzung vom 13. Dezember 1890.

Abends 7½ Uhr im Gasthof zum Storchen.

Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Brückner. Anwesend 22 Mitglieder und 2 Gäste.

1. Herr Dr. H. Frey spricht über Carbonsäuredarstellung (s. die Abhandlungen).
2. Herr Prof. Dr. Baltzer hält einen Vortrag **über das interglaciale Profil bei Innsbruck** und über fossile Pflanzen vom Comersee, mit Vorweisungen.

Der Vortragende (unter freundlicher Führung von Hrn. Prof. Blaas) hat sich davon überzeugt, dass nicht nur im Hangenden, sondern auch im Liegenden der Höttingerbreccie Grundmoräne ansteht, wie dies im Weiherburggraben, besonders an einer stark hervorspringenden Rippe der Rückwand, ganz deutlich hervortritt. Ausser den bereits bekannten Pflanzenresten (Rhododendron ponticum, Pinusnadeln etc.) erhielt Vortragender aus genannter Ablagerung, nach Bestimmung von Dr. Ed. Fischer noch den Abdruck eines mit Majanthemum bifolium Schmidt übereinstimmenden Blattes, Abdrücke die Weisstannennadeln zugeschrieben werden können, sowie ein Blatt, über dessen Identification mit Fagus silvatica kaum ein Zweifel bestehen kann (v. Ettingshausen gibt in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie Band XC, 1. Abtheilung, p. 266 die Buche mit einem ? an).

Vortragender hat ferner im letzten Sommer auch in Bern interglaciale Profile aufgefunden, und zwar westlich vom Glasbrunnengraben, sowie zwischen Felsenau und Zehendermätteli. Im Ganzen genommen, liegt ein alter glacialer Schotter zwischen zwei Grundmoränen. Die untere derselben ist für Bern neu. Freilich haben diese Profile nicht die Bedeutung desjenigen von Höttingen, da die Pflanzen fehlen.

Für die fossilen Pflanzen vom Comersee siehe die Abhandlungen.

3. Herr Dr. E. Kissling weist seine Bearbeitung der fossilen Thier- und Pflanzenreste der Umgebung von Bern vor; dieselbe eignet sich speciell auch zum Gebrauch auf Excursionen, indem sie einen kleinen Band in Taschenformat darstellt. Sie umfasst 169 Arten aus Tertiär und Diluvium, von denen eine grosse Zahl auf lithographischen Tafeln abgebildet sind.
4. Herr Prof. Dr. Ed. Brückner spricht über die **Theorie des Schlittschuhlaufens** und führt aus, dass die Verflüssigung des Eises durch Druck in Folge der Erniedrigung des Schmelzpunktes jedenfalls eine Hauptrolle dabei spiele; das durch die Verflüssigung entstandene Wasser wirke zwischen Eis und Schlittschuh als Friktionsmittel. Der Druck, den ein

Läufer auf das Eis ausübe, sei sehr bedeutend, da der Schlittschuh nur mit einer kleinen Fläche auf dem Eise ruhe; die Erniedrigung des Schmelzpunktes beläufe sich bei 12 mm Kontaktfläche auf 3—4° C. Obwohl die erste Darstellung dieser Theorie von *J. Jolly* (April 1887) herrührt, so dürfte sie doch wahrscheinlich von manchem Gletscherkundigen schon früher geahnt worden sein. Redner habe wenigstens dieselbe im Herbst 1886 als selbstverständlich in Hamburg und in Dorpat Fachgenossen vorgetragen.

In der anschliessenden Diskussion hob Herr Dr. Frey hervor, dass auch die Plasticität des Eises bei Temperaturen um 0° herum eine Rolle spielen dürfte, was Prof. Brückner um so mehr zugab, als zwischen Verflüssigung durch Druck und Plasticität des Eises wahrscheinlich ein enger ursächlicher Zusammenhang bestehe; doch halte er die Erniedrigung des Schmelzpunktes für die Hauptsache.

Verzeichniss der Mitglieder

der

Bernischen naturforschenden Gesellschaft.

(Am 31. Dezember 1890.)

Die mit * bezeichneten Mitglieder wurden im Jahre 1890 neu aufgenommen.

Vorstand.

Prof. Dr. *Ed. Brückner,* Präsident vom 1. Mai 1890 bis 30. April 1891.
Dr. *S. Schwab,* Vice-Präsident.
B. Studer, jun., Apotheker, Kassier seit 1875.
Dr. *Ed. Fischer,* Sekretär seit 1886.
Prof. Dr. *J. H. Graf,* Redaktor der Mittheilungen seit 1883 und Oberbibliothekar seit 1889.
Dr. *E. Kissling,* Unterbibliothekar seit 1888.

Mitglieder.

		Eintritts-Jahr.
1.	*Andreae,* Philipp, Apotheker, Bern	1883
2.	*Badertscher,* Dr. A., Sekundarlehrer, Bern	1888
3.	*Balmer,* Dr. Hans, Privatdocent, Bern	1886
4.	*Baltzer,* Dr. A., Professor der Mineralogie und Geologie, Bern	1884
5.	**Baumberger,* Ernst, Sekundarlehrer in Twann	1890
6.	*Beck,* Dr. Gottl., Lehrer an der Lerberschule, Bern	1876
7.	*v. Benoit,* Dr. jur. G., Bern	1872
8.	*Benteli,* A., Rector und Docent, Bern	1869
9.	*Berdez,* H., Professor an der Thierarzneischule, Bern	1879
10.	*Berlinerblau,* Dr. J., Fabrikdirekt. in Sosnowice (Russ.-Polen)	1887
11.	**Bindy,* Jos., Curé à Vermes, Jura bernois	1890
12.	*v. Bonstetten,* Dr. phil. August, Bern	1859
13.	*Bourgeois,* Dr. med. E., Arzt, Bern	1872
14.	*Brückner,* Dr. Ed., Prof. der Geographie, Bern	1888
15.	*Brunner,* Alb., Apotheker, Bern	1866
16.	*Brunner,* C., Telegraphendirektor in Wien	1846
17.	*Büchi,* Fr., Optiker, Bern	1874
18.	*v. Büren,* Eug., allié von Salis, Sachwalter, Bern	1877
19.	*Cherbuliez,* Dr. Direktor, Mühlhausen	1861
20.	*Christeller,* Dr. med., Bordighera	1870
21.	*Christen,* Förster in Bern	1889
22.	*Coaz,* eidgenössischer Oberforstinspektor, Bern	1875
23.	*Conrad,* Dr. Fr., Arzt in Bern	1872
24.	*Cramer,* Gottl., Arzt in Biel	1854
25.	*Demme,* Dr. R., Professor, Arzt am Kinderspital in Bern	1863

		Eintritts-Jahr.
26.	*Dick,* Dr. Rud., Arzt in Bern	1876
27.	*Dmitrenko,* Frl. E., stud. phil., Bern	1887
28.	**Droz,* Arnold, Kantonsschullehrer in Pruntrut	1890
29.	*Dubois,* Dr. med., Arzt, Privatdocent in Bern	1884
30.	**Dumont,* Dr. med. F., Arzt, Privatdocent, Bern	1890
31.	*Dutoit,* Dr. med., Arzt in Bern	1867
32.	*Engelmann,* Dr., Apotheker in Basel	1874
33.	*Fankhauser,* J., Gymnasial-Lehrer und Privatdocent, Bern	1873
34.	*v. Fellenberg,* Dr. phil. E., Bergingenieur, Bern	1861
35.	*Fischer,* Dr. phil. Ed., Privatdocent, Bern	1885
36.	*Fischer,* Dr. L., Professor der Botanik, Bern	1852
37.	*Frey,* Dr. H., Lehrer am städt. Gymnasium in Bern	1872
38.	*Frey,* Dr. Rob., Arzt in Rubigen	1876
39.	*v. Freudenreich,* Dr. E., Bern	1885
40.	*Geering,* Dr. T., Chef der eidg. Handelsstatistik. Bern	1888
41.	*de Giacomi,* Dr. med. J., Arzt und Privatdocent, Bern	1889
42.	*Girard,* Prof. Dr. med., Arzt in Bern	1876
43.	**Glur,* J. G., stud. phil., Bern	1890
44.	*Graf,* Dr. J. H., Professor der Mathematik, Bern	1874
45.	*Gosset,* Philipp, Ingenieur, Wabern bei Bern	1865
46.	*Gressly,* Alb., Oberst, Maschinen-Ingenieur, Bern	1872
47.	*Grimm,* J., Präparator, Bern	1876
48.	*Guillebeau,* Professor Dr., Bern	1878
49.	*Haaf,* C., Droguist, Bern	1857
50.	**Haas,* Dr. med. Sigismund, Arzt in Muri b. Bern	1890
51.	*Hasler,* Dr. phil. G., Dir. d. Telegraphen-Werkstätte, Bern	1861
52.	*Held,* Leon, Ingenieur, Bern	1879
53.	*Heller,* J. H., Kaufmann, Bern	1872
54.	*Hermann,* F., Mechaniker, Bern	1861
55.	*Hess,* E., Prof. an der Thierarzneischule, Bern	1883
56.	**Holzer,* Ferd., Lehrer in Oberwyl bei Büren	1890
57.	*Huber,* Dr. G., Professor der Mathematik, Bern	1888
58.	*Jenner,* E., Entomolog, Stadtbibl., Bern	1870
59.	*Jonquière,* Dr. Professor der Medicin, Bern	1853
60.	*Jonquière,* Dr. med. Georg, Arzt in Bern	1884
61.	*Jonquière,* Dr. phil. Alf., Privatdocent in Basel	1884
62.	*Käch,* P., Sekundarlehrer in Bern	1880
63.	*Kaufmann,* Dr., Secretär d. schweiz. Industriedeparts., Bern	1881
64.	*Kaufmann,* Dr. Alfr., Lehrer in der Grünau, Wabern b. Bern	1886
65.	*Kesselring,* H., Lehrer an der Sekundarschule in Bern	1870
66.	*Kissling,* Dr. E., Sekundarlehrer in Bern	1888
67.	**Klopfenstein,* Fr., Sekundarlehrer in Wimmis	1890
68.	*Kobi,* Dr., Lehrer an der Kantonsschule Pruntrut	1878
69.	*Koch,* Lehrer der Mathematik, Bern	1853
70.	*Kocher,* Dr., Professor der Chirurgie, Bern	1872
71.	*Koller,* G., Ingenieur, Bern	1872
72.	*König,* Dr. Emil, Arzt in Bern	1872
73.	*Körber,* H., Buchhändler in Bern	1872
74.	*Kraft,* Alex., Besitzer des Bernerhofs, Bern	1872
75.	*Krebs,* A., Seminarlehrer in Bern	1888
76.	*Kronecker,* Dr. H., Professor der Physiologie, Bern	1884
77.	*Kuhn,* Fr., gew. Pfarrer, Bern	1841

		Eintritts-Jahr.
78.	* *Kummer,* Dr. med. J., Arzt in Aarwangen	1890
79.	*Langhans,* Fr., Lehrer am städt. Progymnasium, Bern	1872
80.	*Lanz,* Dr. Em., Arzt in Biel	1876
81.	*Lanz,* J., Dr. med. in Biel	1856
82.	*Lauterburg,* R., Ingenieur, Bern	1851
83.	*Leist,* Dr. K., Lehrer an der Sekundarschule, Bern	1888
84.	* *Linde,* cand. phil. in Genf	1890
85.	*Lindt,* Franz, Ingenieur, Bern	1870
86.	*Lindt,* R., Apotheker, Bern	1849
87.	*Lindt,* Dr. med. Wilh., Arzt in Bern	1854
88.	*Lindt,* Dr. med. W. jun., Arzt und Docent, Bern	1888
89.	* *Lommel,* Ingenieur, Bern.	1890
90.	*Lory,* Adolf, Lehrer an der Lerberschule, Bern	1889
91.	*Lütschg,* J., Waisenvater, Bern	1872
92.	*Marckwald,* Dr. Max, Wiesbaden	1889
93.	*Markusen,* Professor Dr. Johann, Bern	1889
94.	*Marti,* Christian, Sekundarlehrer in Nidau	1889
95.	*Moser,* Dr. phil. Ch., Privatdocent, Bern	1884
96.	*Moser,* Friedrich, Schreinermeister, Bern	1877
97.	*Müller,* Emil, Apotheker in Bern	1882
98.	*Müller,* Professor Dr. P., in Bern	1888
99.	*v. Mutach,* Alfr., von Riedburg, Bern	1865
100.	*Mützenberg,* Dr. med. Ernst, Spiez	1885
101.	**Nanni,* Dr. Wilh., Arzt in Mühleberg	1890
102.	*Neuhaus,* Dr. med. Carl, in Biel	1854
103.	*Niehans-Bovet,* Dr. med., Arzt in Bern	1870
104.	*Niehans,* Dr. med. Paul, Inselarzt in Bern	1873
105.	*Pfister,* J. H., Mechaniker in Bern	1871
106.	*Pflüger,* Professor Dr., Bern	1889
107.	* *Polikier,* Dr. H., Assistent am chem. Laboratorium, Bern	1890
108.	* *Prêtre,* Henri, Sekundarlehrer in Moutier	1890
109.	* *Pulver,* E., Apotheker in Interlaken	1890
110.	*Pulver,* Friedr., Apotheker in Bern	1876
111.	*Ris,* Lehrer der Physik am städt. Gymnasium, Bern	1869
112.	* *Rollier,* L. Conservator, Naturhistor. Museum Bern	1890
113.	*Rothen,* Dr. phil., internationaler Telegraphendirektor, Bern	1872
114.	*Rothenbach,* Alfr., Gasdirektor in Bern	1872
115.	* *Rüefli,* Sekundarlehrer in Bern	1890
116.	*Sahli,* Professor Dr. H., in Bern	1875
117.	*v. Salis,* eidg. Oberbauinspektor, Bern	1881
118.	* *Santi,* Dr. med. Aug., Arzt in Bern	1890
119.	*Schällibaum,* Dr. H., Arzt in Wattenwyl	1889
120.	*Schärer,* Dr. med. Ernst, Bern	1885
121.	*Schärtlin,* Dr., Chef im eidg. Versicherungsamt in Bern	1888
122.	*Schaffer,* Dr.. Kantonschemiker und Docent, Bern	1878
123.	*Schenk,* Dr. Karl, Bundesrath, Bern	1872
124.	*Schlachter,* Dr., Lehrer an der Lerberschule, Bern	1884
125.	*Schmid,* J. G., Direktor der Sekundarschule Bern	1877
126.	* *Schmid,* R., Sekundarlehrer in Lyss	1890
127.	*Schnell,* Dr. Alb., Lochbach bei Burgdorf	1872
128.	*Schuppli,* M., Dir. der N. Mädchenschule, Hilterfingen	1870
129.	*Schwab,* Alfr., Banquier in Bern	1873

		Eintritts-Jahr
130.	*Schwab,* Dr. med. Sam., Bern	1885
131.	*Schwarz-Wälly,* Commandant, Bern	1872
132.	*Sidler,* Dr., Professor der Astronomie, Bern	1872
133.	*Stämpfli,* K., Buchdrucker, Bern	1870
134.	*Stauffer,* B., Ingenieur in Aedermannsdorf (Kt. Solothurn)	1865
135.	*Steck,* Th., Sekundarlehrer in Belp	1878
136.	* *v. Steiger,* Dr. A. in Bern	1890
137.	*Stooss,* Dr. med. Max, Arzt in Bern	1883
138.	*Strasser,* Dr. Hans, Professor der Anatomie, Bern	1872
139.	* *Stucki,* Fr. Sekundarlehrer in Wangen a. A.	1890
140.	* *Stucki,* G., Sekundarlehrer in Bern	1890
141.	*Studer,* Bernhard, sen., Bern	1844
142.	*Studer,* Bernhard, Apotheker, Bern	1871
143.	*Studer,* Dr. Theophil, Professor der Zoologie, Bern	1868
144.	*Studer,* Wilhelm, Apotheker in Bern	1877
145.	*Tanner,* G. H., Apotheker in Bern	1882
146.	*Thiessing,* Dr., Redaktor, Bern	1867
147.	*v. Tscharner,* Dr. phil. L., Stabsmajor, Bern	1874
148.	*v. Tscharner,* Oberstlieutenant, Bern	1878
149.	* *Tschirch,* Dr. A., Professor der Pharmakognosie in Bern	1890
150.	* *Tschumi,* Lebensmittelinspektor, Bern	1890
151.	*Valentin,* Professor Dr. med. Ad., Arzt in Bern	1872
152.	*Vinassa,* Dr. phil., Kantonschemiker d. Kt. Tessin, Lugano	1884
153.	*Volz,* Wilhelm, Apotheker in Bern	1887
154.	*Wäber-Lindt,* A., Bern	1864
155.	*Wander,* Dr. phil. Chemiker, Bern,	1865
156.	*Wanzenried,* Sekundarlehrer in Zäziwyl	1867
157.	*v. Wattenwyl-Fischer,* Rentier, Bern	1848
158.	*Hans v. Wattenwyl-v. Wattenwyl,* Rentier, Bern	1877
159.	*Weber,* Dr. Hans, Arzt in Bern	1872
160.	*Weingart,* J., Sekundarlehrer in Bern	1875
161.	*Werder,* D., Sekr. der eidg. Telegraphen-Direktion, Bern	1876
162.	*v. Werdt,* Grossrath in Toffen	1887
163.	*Wolf,* Dr. R., Professor, Zürich	1839
164.	*Wyss,* Dr. G., Buchdrucker in Bern	1887
165.	*Wyss,* R., Sekundarlehrer in Basel	1889
166.	*Wyttenbach-Fischer,* Dr. Arzt in Bern	1872
167.	*de Zehnder,* Marq., Ingenieur, Bern	1884
168.	*Ziegler,* Dr. med. A., eidg. Oberfeldarzt, Bern	1859
169.	*Zumstein,* Dr. med. J. J. in Marburg	1885
170.	*Zwicky,* Lehrer am städt. Gymnasium Bern	1856

Im Jahre 1890 ausgetreten:

Bigler,	Dr. phil. U., in Aarau	1880
Emmert,	Dr. C., Prof. der Staatsmedicin	1870
Hammer,	Bundesrath	1878
Leuch,	Dr. A., Privatdocent	1887
Schnyder,	J., Oberförster	1872
Weber,	Dr. phil., Apotheker	1888

Im Jahre 1890 verstorben:	Eintritts-Jahr.
Frey, Aug., internationaler Telegraphendirektor	1876
Hopf, J. G., Arzt	1864
Schädler, Dr. med. E.	1863
Schärer, Prof. Rud., Direktor der Waldau	1867
Schwarzenbach, Dr. Prof. der Chemie	1862

Correspondirende Mitglieder:

1.	*Biermer,* Dr., Professor in Breslau	1861
2.	*Custer,* Dr. in Aarau	1850
3.	*Flesch,* Dr. M., Arzt in Frankfurt	1882
4.	*Flückiger,* Dr. Professor, Strassburg	1853
5.	*Gasser,* Dr. E., Professor der Anatomie in Marburg	1884
6.	*Gelpke,* Otto, Ingenieur in Luzern	1867
7.	*Graf,* Lehrer in St. Gallen	1858
8.	*Grützner,* A., Dr. Prof. in Tübingen	1881
9.	*Hiepe,* Dr. Wilhelm, in Birmingham	1874
10.	*Imfeld,* Xaver, Topograph in Hottingen	1880
11.	*Krebs,* Gymnasiallehrer in Winterthur	1864
12.	*Landolf,* Dr., in Chili	1881
13.	*Lang,* Dr. A., Professor, Zürich	1876
14.	*Leonhard,* Dr., Veterinär in Frankfurt	1870
15.	*Lichtheim,* Prof. in Königsberg	1881
16.	*Lindt,* Dr. Otto, Apotheker in Aarau	1866
17.	*Metzdorf,* Dr. Professor der Vet.-Sch. in Proskau	1870
18.	*Petri,* Dr. Ed., Prof. der Geographie in St. Petersburg	1883
19.	*Pütz,* Dr. H., Professor der Vet. Med., Halle a. S.	1870
20.	*Regelsperger,* Gust., in la Rochelle.	1883
21.	*Rothenbach,* am Lehrerseminar in Küssnacht	1871
22.	*Rütimeyer,* Dr. L., Professor in Basel	1853
23.	*Schiff,* Dr. M., Professor in Genf	1856
24.	*Wälchli,* Dr. med. D. J., Buenos Ayres	1873
25.	*Wild,* Dr. Professor in St. Peterburg.	1859

Im Jahre 1890 verstorben:	
Mousson, Dr., Prof. der Physik in Zürich	1820

Auszug

aus der

Jahres-Rechnung der bernischen Naturforschenden Gesellschaft

1889

Einnahmen.

Saldo letzter Rechnung	Fr.	— —. —
Jahres-Beiträge	„	1,280. —
Eintrittsgelder	„	50. —
Zinse	„	35. 05
Verkauf von Mittheilungen	„	37. —
Ausserordentliche Beiträge	„	70. —
	Fr.	1,472. 05

Ausgaben.

Mittheilungen pro 1889	Fr.	671. 80
Sitzungen	„	129. 80
Bibliothek	„	184. 80
Lesezirkel	„	367. 30
Verschiedenes	„	174. 20
	Fr.	1,527. 90

Bilanz.

Die Ausgaben betragen	Fr.	1,527. 90
Die Einnahmen betragen	„	1,472. 05
Es ergibt sich demnach ein Passiv-Saldo von	Fr.	55. 85

Reservefond.

Derselbe beträgt laut Spezialrechnung auf 31. Dezember 1889 . . . . . Fr. 27. 26

Inhalts-Verzeichniss.

	Seite der Sitzungs-Berichte	Seite der Abhandlungen
Jahresbericht pro 1. Mai 1889 bis 1. Mai 1890 . . .	III	
Mitglieder-Verzeichniss	XXI	
Auszug aus der Jahresrechnung pro 1889	XXVI	
Excursion zur Besichtigung der erratischen Blöcke im Grauholz und Sädelbachwald	XIV	
Alphabetisches Personal- und Sachregister über die Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern von Neujahr 1880 bis Neujahr 1890 als Fortsetzung zu dem im Jahrgang 1879 enthaltenen Verzeichniss . . .		153

NB. Die fettgedruckten Zahlen bezeichnen (mit Vorsetzung von 18) die Jahreszahlen; die Zahlen in gewöhnlicher Schrift die Seitenzahlen der Abhandlungen; die römischen Zahlen diejenigen der Sitzungsberichte von 1890 an. Vom Redaktor.

Baltzer, A., Prof. Dr.,		
Ueber das Vorkommen der sogenannten Schlagringe . .	VI	
Demonstration von Witherit	VI	
Ueber die Riesentöpfe, die bei der Bahnhoferweiterung in Bern zum Vorschein gekommen sind	VI	
Ueber das Berneroberland auf Grund seines Werkes: „Das mittlere Aarmassiv“	IX	
Demonstration des Blatt XIII der geologischen Karte .	IX	
„ der geologischen Schulkarte von E. Kissling und A. Baltzer.	IX	
Ueber Graphitschiefer oder Graphitphyllit	XII	
Ueber das interglaciale Profil bei Innsbruck	XIX	
Ueber Erdpfeiler	XIX	
Baltzer, A. und *Fischer, E.*,		
Fossile Pflanzen vom Comersee		139
Bergroth, E., Dr. in Forssa (Finnland),		
Beitrag zur Tipuliden-Fauna in der Schweiz. . . .		131
Brückner, F., Prof. Dr.,		
Ueber Einfluss der Schneedecke auf die Temperatur der Luft	IX	
Ueber die Theorie des Schlittschuhlaufens	XX	
Coaz, J., Eidgen. Oberforstinspektor,		
Ueber den Sturmschaden vom 23. Januar 1890 in den Waldungen Graubündens	XI	
Ueber die Verbreitung des grauen Lärchenwicklers im Jahr 1868	XI	
Fischer, E., Dr. phil., Docent,		
Demonstration eines parasit. Pilzes: Graphiola Phœnicis Poit.	XVIII	
Fischer, L., Prof. Dr.,		
Demonstration von Bastpflanzen	VII	
Ueber eingeschlepte Gramineen	VII	

	Seite der Sitzungs-Berichte	Seite der Abhandlungen
v. Freudreich, E., Dr. phil.,		
Ueber durch Bacterien verursachte Blähung der Käse .	VII	
Frey, H., Dr. phil.,		
Analyse eines Kristalls	XVIII	
Ueber Verunreinigung des gewöhnlichen Aethers durch Vinyläther	XVIII	
Ueber eine neue Synthese der aromatischen Carbonsäure		121
Graf, J. H., Prof. Dr.,		
Sichtbarkeit des Eiffelthurms vom Montblanc aus . .	VII	
Ueber das Leben und die Arbeiten des waadtländischen Astronomen Jean Philippe Loys de Cheseaux . . .	X	
Vorläufige Mittheilungen über Micheli du Crest . . .	XII	
Ueber den Physiker und Geodäten Micheli du Crest . .	XVI	
Moussons Verdienst um's Mikrophon nach A. M. Tanner .	XVIII	
Notizen zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften in der Schweiz		146
Guillebau, A., Prof. Dr.,		
Ein Fall von Echinococcus multilocularis beim Rinde (drei Holzschnitte im Text)		7
Ein neuer Fall von Cysticerus der Tænia saginata beim Rinde (ein Holzschnitt im Text)		12
Huber, G., Prof. Dr.,		
Ueber neuere electrische Erscheinungen und Ansichten über Electricität	X	
Ueber Schwingungen der Electricität	V	
Jenner, E. v., Custos,		
Demonstration eines Kristalls	XVII	
Kissling, E., Dr. phil., Sekundarlehrer,		
Ueber das Graphitlager im Gadmenthal	XVII	
Vorweisuug seines Werkes über die fossilen Thier- und Pflanzenreste der Umgebung von Bern.	XX	
Koby, F., Dr. phil.,		
Les grottes de Milandre et de Reclère	XV	
Krönecker, H., Prof. Dr.,		
Demonstration des Engelman'schen Bacterienversuchs im Mikrospectrum	VII	
Moser, C., Dr. phil. und Docent,		
Ueber die internationale Erstellung der Himmelskarte und den gegenwärtigen Stand der diesbezüglichen Arbeiten	XI	
Ris, F., Director der Eidgen. Eichstätte,		
Zur Geschichte des internationalen Mass- und Gewischts-Bureau's und der neuen Prototype des Meter und des Kilogramms		27
Rollier, Sekundarlehrer,		
Ueber die geologischen Verhältnisse der Dubenbachschlucht	XV	
Stauffer, H., Dr. med.,		
Etude sur la quantité des courants d'induction employés en Electrothérapie (drei Holzschnitte und drei Tafeln im Text)		71
Strasser, H., Prof. Dr.,		
Ueber neuere Untersuchungen über den Vogelflug . .	XIII	

	Seite der Sitzungs-Berichte	Seite der Abhandlungen
Studer-Steinhäuslin, B., Apotkeker,		
Beiträge zur Kenntniss der schweizerischen Pilze (2 Tafeln)		16
Nachtrag dazu von Dr. E. Fischer		25
Studer, Th., Prof. Dr.,		
Ueber die Biologie der nördlichen Bartenwale . . .	IV	
Ueber Säugethierreste aus dem miocaenen Muschelsandstein von Brüttelen	IV	
Ueber die hydrographischen und biologischen Forschungen des Prinzen von Monaco mit der Yacht Hirondelle im Gebiet des nordatlantischen Oceans	VI	
Ueber die Thierwelt des Jura zur Zeit der Bildung des Muschelsandsteins	XII	
Demonstration von Gehörknochen von Delphinen aus dem Muschelsandstein von Brüttelen	XV	
Ueber eine Doppelmissbildung einer Forelle	XV	
Ueber einen Froschalbino	XV	
Demonstration eines Albino einer Nachtschnecke . . .	XVIII	
Ueber eine neue Gattung und Art von Alcyonarien aus der Familie der Iridae	XVIII	
Thiessing, J. B., Dr., Redaktor,		
Ueber schweizerischen Graphit	XIII	
Notizen über den Lias von Lyme Regis		1
Tschirch, A., Prof. Dr.,		
Physiologisch-chemische Studien über Samen und ihre Keimung	XV	

Dr. Thiessing.

Notizen über den Lias von Lyme Regis.

(Mitgetheilt in der Sitzung vom 21. Dezember 1889.)

Der Name Lias ist englisch. Er scheint die korrupte Form des Wortes layers = Lager, zu sein, mit welcher die englischen Steinbrecher speziell die untern thonigen Schichten der nun allgemein unter dem Namen Lias zusammengefassten Reihe von Kalksteinlagern zu bezeichnen pflegten. Das Wort ging schon Ende des vorigen Jahrhunderts in die wissenschaftliche Sprache über.

In der Schweiz unterscheiden wir drei Etagen in der liasischen Formation, welche sowohl in den Alpen wie im Jura vorkommt. Der *untere Lias,* auch Gryphitenkalk genannt nach der zahlreich darin vorkommenden Gryphaea arcuata, ist, wenn man die rhätische Stufe, die Zone der Avicula contorta, nicht als das älteste Glied der Juraformation, sondern als den Bindestrich zwischen Trias und Lias auffasst, da verschiedene rhätische Fossilien in diesen beiden vorkommen, die Basis der jurassischen Formation. Im Jura (geologisch, nicht geographisch gesprochen) unterscheiden wir zwei Stufen, von denen die untere namentlich durch die paläontologisch hochinteressanten Mergel von Schambelen von Bedeutung ist, während die andere als der eigentliche Gryphitenkalk erscheint (mit Amm. Bucklandi, Lima gigantea u. s. w.), der bei uns an einigen Stellen recht charakteristisch und fossilienreich zu Tage tritt.

Der *mittlere Lias*, auch als Belemniten-Mergel oder Amaltheenthon bekannt, besteht zunächst aus grauen ziemlich compacten Bänken mit Gryphaea antiqua, Spirifer Munsteri etc., dann aus schwärzlichen Mergelschichten mit verschiedenen Ammoniten, Terebr. numismalis etc., worauf blättrige, mergelartige, mit blauem Thon vermischte, dünne Schichten mit Belemniten, Ammoniten u. s. w. folgen. Der mittlere Lias lieferte uns auch Reste von Sauriern. Der *obere Lias*, auch Toarcien, Posidonomyenschiefer, ebenfalls mit einer interessanten Fauna, besteht aus den eigentlichen dünnen bituminösen Schiefern mit Fisch- und Posidonomyen-Abdrücken und darüber aus Bänken und Mergellagern

mit *Belemniten,* Pflanzen etc. Wenn die Schiefer mit Posidonomya Bronni und mit Fischabdrücken zwischen Montterible und Montgremay, unweit Cornol, einmal abgedeckt und gehörig untersucht würden, so dürfte da noch ein interessantes Material zu Tage treten.

Der *untere Lias* hat in unserm schweizerischen Jura eine Mächtigkeit von 6—8 Metern (in den Alpen und anderswo über 100), der mittlere von 10 Metern (anderwärts bis 150) und der obere eine solche von 20—40 Metern (in Frankreich von 150).

Ich weiss wohl, dass diese kurze Anführung nicht genügt zu einer Vergleichung mit dem Lias in England, aber eine solche Vergleichung liegt nicht in meiner Absicht, das würde uns viel zu weit führen. Ich glaubte nur Einiges über die diesseitigen Terrainverhältnisse erwähnen zu müssen zur Erleichterung der Uebersicht über die Vorkommnisse in England.

Auch die meisten englischen Geologen haben die Liasformation in drei Zonen abgetheilt, unterer, mittlerer und oberer Lias. Die genauere Unterscheidung nach den vorkommenden Leitmuscheln ist immer misslich, da das Vorherrschen dieser oder jener organischen Reste nicht selten eine lokale Eigenthümlichkeit ist. Wir werden uns also an die Eintheilung von Philipps und nicht etwa an Wright halten, welcher den ganzen Lias Englands nach den vorherrschenden Ammonitenarten gruppirt hat.

Die Liasformation in England erstreckt sich von Yorkshire bis nach Lyme Regis im Süden (Küste von Dorsetshire), überall ziemlich leicht erkennbar, sowohl an ihren petrographischen Eigenthümlichkeiten als an ihren Versteinerungen. Die auch bei uns zu beobachtende Abwechslung von Kalksteinbänken mit Mergeln und Thonschichten ist von englischen Geologen, wenn ich nicht irre u. A. von Prof. Anstedt, der Ablagerung durch ein von starken Landwassern erreichtes, golfartig eingeschlossenes Meer zugeschrieben worden.

Das *untere Lias* präsentirt sich auf der brittischen Insel ziemlich gleichmässig als eine von Lehmschichten durchsetzte Reihenfolge von bläulichen und bräunlichen Kalksteinlagern, welche nach oben mehr und mehr in eine weichere, mergelige Masse übergehen. Die Mächtigkeit ist im Süden geringer als im Norden, dort 450, hier 750 Fuss. Noch leichter sind die zwei Abtheilungen des *mittlern Lias* zu erkennen, denn die untere besteht aus einer eigenthümlichen Ablagerung von glimmerigem Sand, Letten und Mergeln, die obere aus Bänken ziemlich harten, thonigen und häufig eisenhaltigen Kalksteines. (In

Yorkshire wird das Eisen des mittlern Lias ausgebeutet.) Mächtigkeit bis 300 Fuss.

Der *obere Lias* weist an den meisten Stellen dünnen, blauen oder grauen Kalkschiefer auf, der aber auch in lehmige Schieferplättchen übergehen kann. Prachtvolle Saurier, Fische, Crustaceen und Insekten sind aus dem „upper Lias" von Somerset gewonnen worden. Mächtigkeit: von 10 bis 200 Fuss.

Nachdem wir das vorausgeschickt, können wir uns nun an eine Stelle begeben, wo wir die ganze liasische Serie verfolgen können, und das ist die kleine Seehafenstadt Lyme Regis in Dorsetshire. Der Zufall hatte mich s. Z. nach Axminster geführt, und ich benutzte die Gelegenheit zu einem Besuch der nahen Küste und des Saurierstädtchens Lyme.

Die Mächtigkeit des untern Lias in Dorsetshire beträgt 450 Fuss und der Küstenstrich zwischen Axmouth und Bridgeport weist die vollständige Serie von den rhätischen Schichten bis zum untern Oolith auf. Immerhin ist das Verfolgen der einzelnen Lager nicht ganz leicht wegen mehrerer Versenkungen und wegen der Gleichartigkeit namentlich der weichern Lager. Am ersten Tage meiner Anwesenheit in Lyme hatte ich glücklicherweise Gelegenheit, mich durch einen englischen Geologen, den ich dort antraf, der aber leider schon folgenden Tages verreiste, orientiren zu lassen.

Wir begannen unsere Wanderung westlich von Lyme sofort bei eintretender Ebbe die Küste entlang. Die rhätischen Schichten bieten dort bei ihrem Contact mit dem Lias eine sandige Facies. Der untere Lias beginnt mit einer Schicht, in welcher Amm. planorbis als erstes Fossil uns entgegentrat. Das Cliff ist ziemlich schwer zu begehen, es ist etwa 100 Fuss hoch, steil und ziemlich glatt; mir kam die Geschichte vor, wie etwa die grosse Mergelhalde des Fringeli im Frühjahr, wenn die Oberfläche noch durch den Druck des Schnee's verebnet erscheint. Wir kletterten aber doch daran herum, und als ich auf einen prächtigen, grossen Nautilus stiess, der aus einem Kalkband hervorlugte, verankerte ich mich, um das Stück herauszumeisseln, aber ich hatte kaum begonnen, als ein Stein heruntersauste und mich an die glücklicherweise durch den Hutrand geschützte Stirne traf. Da sich noch mehr solches Zeug löste, gab ich meinen Nautilus auf, und wir zogen weiter. Bald trat uns die Schicht des Am. Bucklandi und der Lima gigantea entgegen. Kolossale Muster dieser Petrefakten wurden am Fuss des Cliffs in dem dort aufgehäuften und vom Meere

gewaschenen Sturzmaterial wahrgenommen, aber wenn auch mein paläontologisches Herz vor Verlangen klopfte, so hatten wir doch keine Zeit, uns mit solchen massigen Petrefakten zu beschäftigen. Wir strichen also weiter ostwärts und kamen zum Hafen, wo natürlich nichts zu machen war. Das Städtchen ist aber klein, und bald waren wir wieder am offenen Cliff, das auch auf der Ostseite noch aus dem Bucklandi-Bett bestand. Eben war mein Gefährte im Begriff, mich auf den Uebergang zu einer andern sehr ammonitenreichen Schicht (Turneri, obtusus, oxynotus, Brookii, Birchii u. s. w.) aufmerksam zu machen, als ein Arbeiter in der bekannten Kleidung der Schiffskohlenträger zu uns herantrat und fragte, ob wir „fossils" suchten. Auf meine bejahende Antwort zog er ein etwa 15 cm. langes Stück aus der Hosentasche, das sich als ein hübsches Fragment einer Saurier-Kinnlade, mit zahlreichen Zähnen besetzt, herausstellte. Er habe das „dort drüben" (d. h. weiter östlich) gefunden, er sei mit 2 Shillings zufrieden. Mein Begleiter wies vergebens auf die Schwefelkieshöcker, welche sehr gelblich daran hervortraten — ich musste das Stück als gutes Wahrzeichen haben. (Etwa 4 Monate später war es richtig zerfallen, und ich habe blos einige Zähne davon behalten können.)

Oestlich von Lyme entwickelt sich ein ebenso schönes und zugängliches wie paläontologisch interessantes Cliff. Es wechseln da ziemlich feste Bänke mit Mergellagern ab und zwar so, dass erstere etwa in mittlerer Höhe ein solides Band, eine schmale aber selbst dem Anprall der Wogen widerstehende Terrasse bilden. Am Fuss des Cliffs liegt ein Trümmerwall, der zur Zeit der Ebbe ebenfalls frei wird und ein ausgiebiges Feld für den Petrefaktensammler bietet, sofern er es auf riesige Exemplare von Ammoniten und der Lima gigantea abgesehen hat.

Die kleine Terrasse nun und die schwarzen Mergellager, aus denen der hintere, weiter aufstrebende Theil des Cliffs besteht, sind eine Hauptfundstelle für Saurier, Fische, Belemniten nnd Ammoniten. Hier stellen sich die gewerbsmässigen „Fossilers" von Lyme um Umgebung ein, denn, wenn auch die englischen Museen einen grossen Reichthum an prachtvollen Exemplaren besitzen und selbst in ausländischen Sammlungen längst die englischen Liasvorkommnisse vertreten sind, wird das Geschäft doch von einigen Familien fortgesetzt, weil schöne Funde noch immer hoch im Preise stehen. Auch den Fremden, der nicht alle Schichten genau kennt, erwartet reiche Ausbeute, und ich kann nur sagen, dass man nicht leicht irgendwo ein Terrain finden

wird, wo der Forscher mit so viel Anregung und Gewinn arbeitet, wie an der Küste bei Lyme, und dass der Amateur es dort lebhaft bedauert, nicht mit allen Kenntnissen und Hilfsmitteln der Wissenschaft ausgestattet zu sein. Zudem hat es für einen Kontinentalen, eine Landratte, einen eigenen Reiz, am Meeresufer einer solchen Beschäftigung obzuliegen. Das Kommen und Gehen der Fluthen, ihr wildes Treiben über der Stelle, wo man kurz vorher noch in aller Seelenruhe am Boden gelegen, machen einen unvergesslichen Eindruck.

Die Stelle, die das weiteste Forschungsfeld bietet, ist die des sogen. Black Ven, wo die nur durch wenige Bänke unterbrochenen Mergelschichten zur Höhe von 180 Fuss aufsteigen und die Basis bilden für das noch hundert Fuss darüber aufragende Belemniten-Bett, den obersten Theil des untern Lias. Hier, in diesen Belemniten-Schichten, sind die meisten jener schönen Exemplare gefunden worden, welche den Tintensack noch haben, aus dem bekanntlich schon „fossile" Sepia gewonnen worden ist.

Der Uebergang zum mittlern Lias bildet eine eigenthümliche Schichte grünlichen Thones, in welcher zahlreiche Exemplare des Amm. lataecosta (wenn ich nicht irre) vorkommen, deren hohle Gänge (cloisons) in der Regel mit hübschen Kalkspatkrystallen, seltener mit metallischen Bildungen, ausgefüllt sind.

Der mittlere Lias erreicht in England stellenweise eine Mächtigkeit von 300 Fuss. Er ist bei Lyme sehr schön entwickelt in zwei charakteristischen Zonen, die des „Amm. Amaltheus" oder „Spinatus" und des „Margaritatus", erstere fest, die andere mehr aus Sand und Lehm bestehend. Neben den genannten Mollusken kommen noch viele andere Fossilien vor, soviel ich mich erinnere, auch eine hübsche Pholadomya mit wohlerhaltener Schale, und ein paar Species Brachiopoden. Am meisten gab mir zu schaffen und zu hoffen eine Schichte, auf welche mich ein Fossiler aufmerksam machte unter der Bedingung, dass ich ihn à 5 Sh. Taglohn mitnehme. Es ist ein sandiger Kalkstein, in dem man 2 oder 3 Species Ophioderma findet. Wir fanden auch in der That mehrere Stücke „star-fish", aber schlecht erhalten; die Thatsache war konstatirt, aber das ist auch Alles. Dagegen zeigte mir mein Fossiler, vielleicht um mich für meine 5 Shillings zu trösten, eine Stelle, wo wir 2 oder 3 prächtige Amm. Spinatus aus einem klebrigen Mergel ausgruben, und nicht weit von der Stelle fand ich, während mein Mann noch im tintenschwarzen Mergel stak, auf einem Gang am Ufer selbst einen gewaltigen Rückenwirbel eines

Sauriers, der da, wer weiss wie lange schon, von den Fluthen hin und her gespült worden war.

Der mittlere Lias, dessen oberste Schicht stark eisenhaltig ist — in Yorkshire wird, wie oben schon erwähnt, das Eisen des mittlern Lias ausgebeutet — liefert ein sehr gutes Material zur landwirthschaftlichen Verbesserung des Bodens.

Der obere Lias endlich präsentirt sich in der Nähe von Lyme als eine etwa 70 Fuss mächtige Ablagerung von Lehm, ist aber da bei weitem nicht so petrefaktenreich als er anderwärts, in Somerset z. B., sein soll, wo prachtvolle Saurier, namentlich Teleosaurus, und trefflich erhaltene Fische vorkommen.

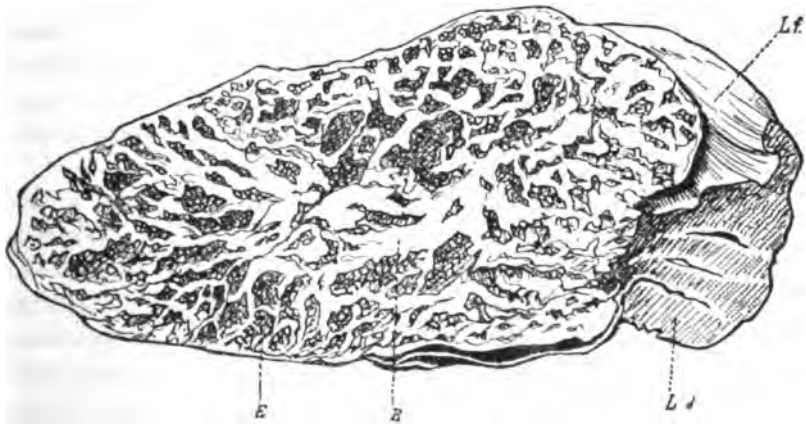
Durch vorstehende Notizen über den Lias von Lyme Regis hoffe ich wenigstens dargethan zu haben, dass die Formation daselbst zu einer der paläontologisch interessantesten gehört, die man kennt, und dass sie sich auch dadurch von unserm schweizerischen Lias unterscheidet, dass sie im Grossen und Ganzen aus Thon- und Mergellagern besteht, in welchen nur hie und da kompakter Kalk eingelagert ist. Dieser weichere Zustand des Gesteins, der übrigens auch schon theilweise im Würtembergischen hervortritt, war natürlich der Erhaltung der Fossilien sehr günstig, denn selbst die festen Lager bestehen meist aus einer feinkörnigen Masse, in welcher zu meisseln eine wahre Freude ist.

Prof. Alfred Guillebeau.

Ein Fall von Echinococcus multilocularis beim Rinde.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 22. Juni 1889.)

Der vielfächerige Hülsenwurm ist bei Thieren eine Seltenheit, denn bis jetzt wurde er nur in neun Fällen beim Rinde und ein Mal beim Schweine angetroffen, bei den andern Hausthieren noch nie. Selbst die neun Fälle des Rindes sind nicht alle einwandsfrei, sondern einige von ihnen bestanden sehr wahrscheinlich aus mehreren, neben einander gewachsenen, gewöhnlichen Echinokokken, um welche jedoch die namhafte, für den multiloculären Echinococcus charakteristische Zunahme des Rindgewebes fehlte. Als Herr Professor *Bollinger* im Jahre 1875 im Verlaufe einiger Monate drei Präparate aus dem Schlachthause in München erhielt, äusserte er die Meinung, dass diese Form des Echinococcus doch nicht so selten sein möchte, als man bis dahin angenommen hatte. Allein trotz der durch diese Mittheilung gegebenen Anregung sind seither nur wenige neue Fälle bekannt geworden.



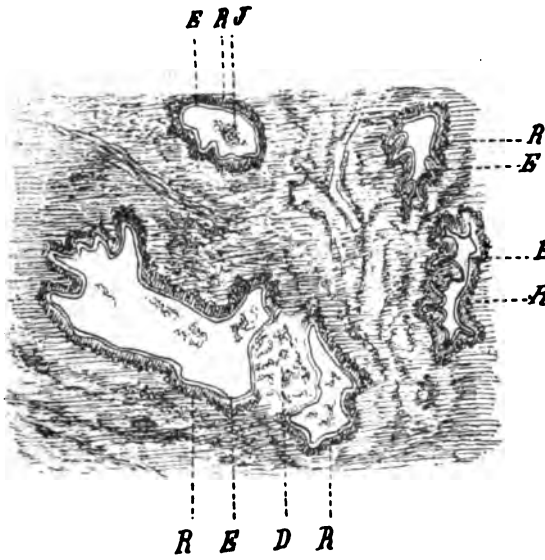
Schnitt durch den multiloculären Echinococcus der Leberkapsel vom Rinde. *E* = Echinococcusbläschen. *B* = bindegewebiges Gerüst. *Ld* = Schnittfläche der Leber. *Lf* = Oberfläche der Leber. 4/5 der natürlichen Grösse.*)

*) Sämmtliche Zeichnungen verdanke ich der geschickten Hand des Herrn Zeichnungslehrer Gyssling.

Unser Echinococcus wurde von Herrn Thierarzt *Vetsch* in Grabs, im St. Gallischen Rheinthale, auf der Leber einer alten Kuh gefunden, bei welcher derselbe keinerlei Störungen veranlasst hatte. Von der Leberkapsel erhob sich ein Tumor, dessen Gestalt an einen länglich ovalen Blumenkohl von 9 und 13 Ctm. Breite und 5 Ctm. Dicke erinnerte. Dieselbe trat durch eine verhältnissmässig enge, in der Kapsel vorhandene Lücke mit dem Leberparenchym in Verbindung. An der unregelmässig grob-körnigen Oberfläche liessen sich zahlreiche hanfsamen- bis erbsengrosse, vorgewölbte Bläschen erkennen, deren Inhalt aus einer bläulich durchsichtigen Flüssigkeit und einem Klümpchen gelbweisser, käsiger Substanz bestand. Die Consistenz des Tumors war eine weiche und doch zähe, und auf der Schnittfläche trat uns ein weisses, bindegewebiges Gerüste entgegen, welches von einer grossen Zahl von kleinen bis erbsengrossen Gruben durchbrochen war. Letztere enthielten immer nur einen gelben, käsigen, häufig verkalkten Inhalt der ungemein leicht aus den Fächern herausfiel, ein Umstand, der als sehr charakteristisch zu bezeichnen ist und für die Differentialdiagnose zwischen conglomerirten Tuberkeln und dieser Art von Tumoren Verwendung finden kann. Hydatidenbläschen kamen nur an der Oberfläche vor. Das Gerüste war überall wohl ausgebildet, in gutem Ernährungszustande, nirgends in Schmelzung begriffen, und also von dem Zerfalle, welcher bei dem multiloculären Leber-Echinococcus des Menschen die Regel ist, ganz verschont. Uebrigens zeigen alle genauer beschriebenen Fälle vom Rinde übereinstimmend diese Beständigkeit der bindegewebigen Theile, gerade wie auch eine gewisse Prozentzahl der Tuberkel bei dieser Thierart nicht so zur Einschmelzung neigen wie beim Menschen.

Die Untersuchung des feineren Baues des Tumors ergab an den jüngeren Stellen Verhältnisse, die lebhaft an den Tuberkel erinnerten. Man konnte nämlich an den mikroskopischen Präparaten zahlreiche rundliche Läppchen von 1 bis 2 Mm. erkennen, welche sich als Schnitte je durch ein Knötchen mit centralem Bläschen erwiesen. Dieselben enthielten in der Mitte den Blasenwurm von 0,6 bis 1,3 Mm. Grösse, umgeben von einer Hülle von Riesenzellen; an diese lagerte sich eine Schicht von Rundzellen an, und eine Gruppe solcher Knötchen wurde durch eine Membran von faserigem Bindgewebe zu einem Knötchen zweiter Ordnung oder conglomerirten Knötchen vereinigt.

Die Echinococcusbläschen waren manchmal rund, häufig aber wurden sie von verschiedenen Seiten her concav eingedrückt. Sobald



Schnitt durch einen jüngern Theil des multiloculären Echinococcus der Leberkapsel vom Rinde.

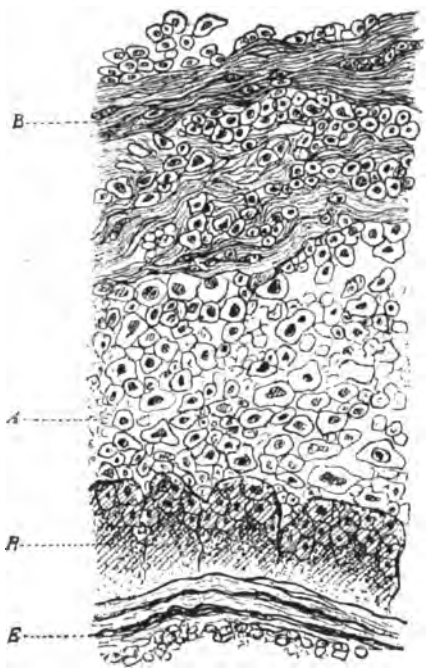
E = Echinococcus. *R* = Umkleidung derselben durch Riesenzellen. *D* = Gewebstrümmer zwischen zwei Echinococcen. *J* = Inhalt der Hydatide.

Vergrösserung 20 Mal.

man sie aber aus dem Gewebe herauslöste und auf einen Objektträger legte, nahmen sie eine runde Gestalt an. Die Wand zeigte eine gröbere Längs- und eine feinere Querstreifung und erreichte in der Regel eine Dicke von $^1/_{10}$, seltener $^2/_{10}$ bis $^4/_{10}$ Millimeter. Manchmal lag in der Substanz derselben eine Tochterblase (36 bis 50 μ) oder eine grosse (36 μ) Zelle mit Kern und körnigem Protoplasma, als das erste Entwicklungsstadium einer ferneren Generation v. Tochterblasen. Der Inhalt der Bläschen bestand aus einer wässerigen, eiweisshaltigen Flüssigkeit und aus grossen, runden Zellen von 20 μ Durchmesser mit körnigem Protoplasma oder von ganz hyaliner Beschaffenheit. Bandwurmköpfe fehlten.

Das Echinococcusbläschen war, wie schon bemerkt, von einer Schicht von Riesenzellen umlagert, welche an einigen Orten jedoch durch grosse Spindelzellen ersetzt wurden. Die letzteren waren stets senkrecht gestellt, indem ihr Längendurchmesser in der Richtung des Radius des Bläschens gelagert war. Die unregelmässig cubischen Riesenzellen hatten einen Durchmesser von 50 bis 60 μ; sie enthielten in der Peripherie zahlreiche Kerne von 10 μ Grösse, welche im Centrum und an der Berührungsstelle mit dem Echinococcusbläschen fehlten. Auf die Riesenzellen folgte nach der Peripherie eine gewöhnlich 80 μ dicke Lage von zuerst grösseren, epithelioïden, dann kleineren Rundzellen. Diese Schicht grenzte zum grössten Theil an entsprechende Schichten benachbarter Abschnitte, zum Theil aber an die fibröse Umhüllung eines conglomerirten Knötchens. Letztere trat dem unbe-

waffneten Auge auf der Schnittfläche als Substanz der Scheidewände entgegen und bildete Züge von 80 μ bis 2 Mm. Dicke; sie bestand aus Bindgewebsfibrillen mit einer mässigen Zahl von spindelförmigen Zellen und oft grossen Blutgefässen.



Schnitt durch einen jüngern Theil des multiloculären Echinococcus der Leberkapsel vom Rinde.

E = Echinococcus membran. *R* = Riesenzellen. *A* = Rundzellen. *B* = Bindegewebsfibrillen. — Vergrösserung 280 Mal.

In den älteren Theilen des Tumors entsprachen die Hohlräume stets den von einer gemeinschaftlichen Bindegewebs-Hülle eingerahmten conglomerirten Knötchen, indem die Riesen- und Rundzellen-Umkleidung der Echinococcusbläschen nekrotisch zerfallen war (Fig. 2 D), so dass die Bläschen unmittelbar nebeneinander lagen. Der Inhalt dieser Hohlräume gestaltete sich somit in folgender Weise: Neben zahlreichen, zusammengefallenen und dicht aneinander gelegten Echinococcushüllen kamen kleine und grosse sternförmige Krystalldrüsen von Calciumcarbonat und Schollen des nekrotischen Granulationsgewebes vor.

Aus diesem Befunde ergiebt sich die grösste histologische Verwandtschaft des multiloculären Echinococcus des Rindes mit den infectiösen Granulationsgeschwülsten. Die Verwandtschaft ist nicht nur eine morphologische, sondern, wie auf der Hand liegt, auch eine aetiologische, indem die Echinokokken wie die Parasiten der andern infectiösen Granulome durch ihre Vermehrung im Organismus des Wirthes die Neubildung veranlassen.

Die Uebereinstimmung erstreckt sich auch auf den Verlauf, insofern dabei die rasch eintretende partielle Nekrose in Betracht gezogen wird. Der multiloculäre Echinococcus nimmt nur insofern eine eigene Stellung ein, als hier der Parasit an Grösse alle andern belebten Urheber von Tumoren ausserordentlich stark übertrifft.

Litteratur - Verzeichniss.

1. Fall.	*Huber:*	Jahresbericht des naturhistorischen Vereins von Augsburg 1861. Virchow's Archiv, Band 54, S. 269.
2. Fall.	*Perroncito:*	Degli Echinococci negli animali domestici. Torino 1871. S. 62. Citirt nach *Leuckart:* Die Parasiten des Menschen. Zweite Auflage. S. 789.
3., 4. Fall.	*Harms:*	Vierter Jahresbericht der k. Thierarzneischule zu Hannover 1872, S. 62.
5., 6., 7. Fall.	*Bollinger:*	Deutsche Zeitschrift für Thiermedizin, 1876, Bd. 2, S. 109.
8. Fall.	*Brinsteiner:*	Zur vergleichenden Pathologie des Alveolar-Echinococcus der Leber. Münchener Dissertation. 1884.
9. Fall.	*Grimm:*	Bericht über das Veterinärwesen in Sachsen für 1886, S. 84.
10. Fall.	*Roell:*	Lehrbuch der Pathologie und Therapie der Hausthiere. 5. Auflage, Bd. 1, S. 92.

Prof. Alfred Guillebeau.

Ein neuer Fall von Cysticercus der Taenia saginata beim Rinde.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 22. Juni 1889.)

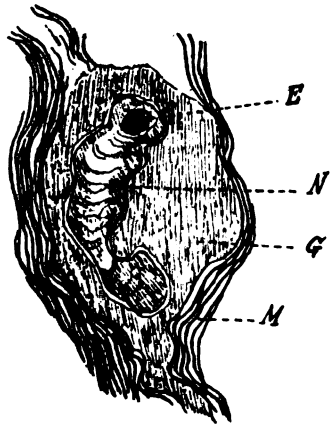
Im Jahre 1881 hat Herr Dr. *Th. Zäslein**) in seiner Arbeit über die geographische Verbreitung und Häufigkeit der menschlichen Entozooen in der Schweiz mitgetheilt, dass Prof. *Roth* in Basel bei 1526 Sektionen 11 Mal Taenia saginata (0,72%) und keine Taenia solium gefunden habe. Das Gesammtergebniss aus allen zuverlässigen Quellen waren 180 Fälle von Taenia saginata und 19 Fälle von Taenia solium oder ein Verhältniss für beide Spezies von 9 — 10 : 1. Aehnliche Resultate haben die Zählungen in Wien, Holstein, Italien und anderswo zu Tage gefördert. In frühern Zeiten waren dagegen beide Arten gleich häufig oder die Taenia solium sogar häufiger als die andere.

Die Taenia saginata darf auf Grund dieser Angaben als ein nicht allzuseltener Gast des menschlichen Darmes bezeichnet werden, und die Bezugsquelle desselben ist uns im Fleisch der Rinder wohl bekannt. Man könnte daher glauben, dass das Auffinden des Cysticercus im Fleische öfters sich ereignen würde, und das um so mehr, als von diesen Jugendformen in Folge des allgemein üblichen Kochens doch nothwendigerweise nur ein kleiner Prozentsatz zur geschlechtlichen Entwicklung im Darme gelangt. Dennoch ist dies nicht der Fall, und man hat nach *Zäslein* den Cysticercus bis jetzt nur fünf Mal in der Schweiz angetroffen. Diese Seltenheit der Beobachtung war bis vor Kurzem in ganz Mitteleuropa die Regel; so fand man im Jahre 1887 in Berlin unter 130,733 Rindern nur zwei und unter 99,185 Kälbern nur eines mit diesem Parasiten behaftet. Im folgenden Jahre wurde dagegen eine neue Untersuchungsmethode angewandt, bestehend in der Führung eines dem Kieferrand parallelen Schnittes durch den inneren Kaumuskel (m. pterygoïdeus) und in Folge dieser Verbesserung

*) Correspondenzblatt für Schweizer-Aerzte, Band 11, S. 673.

fand man im Laufe der folgenden neun Monate den Cysticercus 55 Mal (*Kallmann*).*) Bekannt ist die Häufigkeit der Rinderfinne in Tunis, Abessynien, u. s. w.

Wenn auch nach den Berliner Erfahrungen einem Einzelfalle in Zukunft voraussichtlich nicht mehr die Bedeutung zukommt wie in der Vergangenheit, so erlaube ich mir dennoch folgende Beobachtung mitzutheilen. Herr Thierarzt *Eichenberger* in Langnau (Bern) fand diesen Cysticercus in grosser Zahl in der Muskulatur eines 3 Wochen alten Kalbes. Er erschien in der Form gelbweisser, eiförmiger und tuberkelähnlicher Knötchen von 6 Mm. Länge und 4 Mm. Breite, von denen vielleicht fünfzig in den Kaumuskeln um den Kehlkopf und in der Zunge zugegen waren. Auch der Herzmuskel beherbergte einige Finnen. Für das blosse Auge schienen sich die Knötchen scharf gegen die Umgebung abzugrenzen, das Mikroskop liess indess in den äusseren Schichten oft zahlreiche quergestreifte Muskelfibrillen erkennen, so dass der Uebergang des Knötchengewebes in das Perimysium meistens als ein allmäliger sich zu erkennen gab.



Schnitt durch ein Cestoden-Knötchen aus der Muskulatur des Kalbes.
E = Embryo der Taenia saginata.
M = Quergestreifte Muskelfasern.
G = Rundzellengewebe.
N = Blutig infiltrirter nekrotischer Abschnitt des Rundzellengewebes. 6-malige Vergrösserung.
(Gezeichnet von Hrn. Gyssling.)

Die Knötchen bestanden aus den Embryo der Taenia und aus einem Rundzellengewebe, dessen centraler Theil sehr gewöhnlich nekrotisch war. Der Embryo erschien, der Frische der Infection entsprechend, in der Form eines runden, leicht herausfallenden, körnigen Kügelchens von $^1/_2$ Mm. Breite. Dieses Ausmass macht erklärlich, dass in einem Schnitte durch das Knötchen der Parasit nur als kleiner Flecken erschien. Seine Oberfläche wurde durch dicht gefügte, der Fläche parallel gelagerte Spindelzellen gebildet. Unter dieser dünnen, 1—3 μ breiten Schicht lag eine viel stärker ausgebildete, etwa $^1/_{10}$ Mm. dicke Lage von sternförmigen, mit einander anastomosirenden Zellen, zwischen welchen zahlreiche feine und einige grössere rundliche Lücken vorhanden waren. In der Mitte des Embryos befand sich ein nach aussen nicht scharf abgegrenzter Hohlraum, welcher klare Flüssigkeit enthielt.

*) Adam, Thierärztliche Wochenschrift, 1888, S. 457.

Neben dem Embryo und im Innern des Knötchens, jedoch niemals genau central, lag das nekrotische Rundzellengewebe, dessen Umfang $^1/_5$—$^1/_3$ des Knötchens betrug. Stets war dasselbe von grossen oder kleinen Blutextravasaten durchsetzt. Die Umrisse der Zellen waren mehr oder weniger verwischt, doch konnte man zwischen ihnen eine spärliche Zahl von feinen Bindegewebsfibrillen erkennen. Die Oberfläche des hämorrhagischen Infarctes war erweicht und dieser von der Umgebung vollständig abgelöst. Die Hauptmasse des Knötchens wurde durch epithelioïde und spindelförmige Zellen gebildet, die in sehr gutem Erhaltungszustande sich befinden. Relativ weite und prall gefüllte Blutgefässe wurden häufig im Perimysium neben den Knötchen angetroffen. Offenbar wurde die Bildung der Knötchen durch den vom Embryo gesetzten formativen Reiz veranlasst. Der Parasit wuchs verhältnissmässig langsam, der Wirth bildete dagegen in aller Eile eine grosse Zahl von Rundzellen. Bald jedoch übte der Embryo einen Druck auf das umliegende Gewebe und veranlasste einen hämorrhagischen Erguss, der zur Nekrose und Einschmelzung des centralen Theiles des Knotens führte, während die Peripherie sich zu der persistirenden Hülle der zuletzt erbsengrossen Hydatide umwandelte.

Unsere parasitischen Gebilde entbehrten des für die Systematik so wichtigen Kopfes. Dennoch kann ihre Zugehörigkeit zum Entwicklungskreise eines Bandwurmes nach dem Stande unseres Wissens und speziell mit Berufung auf die Beschreibung von *Leuckart*)* nicht in Zweifel gezogen werden. Selbst die Feststellung als Taenia saginata ist möglich. In der That beherbergt das Rind drei Cysticercen, nämlich den Cysticercus tenuicollis, den Echinococcus polymorphus und den Cysticercus der Taenia saginata. Der erste hat seinen Sitz im Netze und in den Eingeweiden, der zweite vorzugsweise in der Leber und der Lunge, gelegentlich freilich allenthalben, der dritte aber, wie in unserem Falle, in den Muskeln. Zu dieser für die systematische Bestimmung wichtigen Thatsache gesellt sich ein Merkmal aus der Entwicklungsgeschichte des Embryos. Bei Taenia marginata wächst derselbe rasch, so dass er nach 21 Tagen eine Länge von 6 bis 8,5 Mm. und eine Breite von 3,5 bis 5 Mm. erreicht, ehe noch die Kopfanlage sichtbar wird *(Leuckart)*. **) Der Embryo der Taenia Echinococcus entwickelt sich dagegen sehr langsam: nach 4 Wochen beträgt sein Ausmass 0,25 und 0,35 Mm., nach 8 Wochen 0,5 und

*) Leuckart, Die Parasiten des Menschen, 2. Auflage.

**) A. a. O. S. 721.

0,8 Mm. (Leuckart)*) Dagegen weiss man, dass der Embryo der Taenia saginata nach 17 bis 25 Tagen 0,4 bis 1,7 Mm. misst (Leuckart)**), und in unserem Falle betrug der Durchmesser $^1/_2$ Mm.

Noch ein drittes Arten-Merkmal steht uns zur Verfügung. *Leuckart****) hebt hervor, dass der Embryo der Taenia Saginata von einer vom Wirthe gelieferten Hülle umgeben wird, deren Dicke viel beträchtlicher sei, als bei manchen andern Spezies. Auch dieses trifft in unserem Falle zu, so dass wir, gestützt auf die erwähnten Merkmale, unsere Diagnose als völlig gesichert betrachten können.

*) A. a. O. S. 753, 756.
**) A. a. O. S. 582.
***) A. a. O. S. 582.

B. Studer jun.

Beiträge zur Kenntniss der schweizerischen Pilze.

a) Wallis.

(Mitgetheilt in den Sitzungen vom 15. Dez. 1888 und 7. Dez. 1889.)

Jeder schweizerische Naturforscher weiss, welche aussergewöhnliche Stellung der Kanton Wallis einnimmt in Bezug auf seine Fauna, seine Flora und seine Mineralien. Walliser-Fauna und -Mineralien bieten schon seit langen Jahren ein höchst interessantes Forschungsgebiet, das zwar noch nicht erschöpft, aber immerhin schon gründlich durchgearbeitet ist. Das Gleiche ist der Fall mit der Pflanzendecke des Wallis, soweit es die Phanerogamen und die Gefässcryptogamen betrifft, aber anders verhält es sich mit dem Reich der Pilze.

Wenn wir uns in der schweizerischen Pilzlitteratur umsehen, so finden wir gar keine Angaben über die Walliser Pilzflora. Haller hat in der Umgegend von Bern gesammelt, Gessner im Kanton Zürich, Stähelin um Basel. Der Jura wurde von Gagnebin, Favre und Andern erforscht, die Ufer des Genfersee's von Secretan, die Umgegend von Thun von Trog und schliesslich wieder die Gegend um Bern von Otth (Mittheil. der bern. naturf. Gesellschaft 1863—1870.)

Die vorliegende Arbeit ist das Resultat zweier Reisen, die ich im September 1888 und 1889 in die südlichen Seitenthäler des Rhonethals unternommen.

Wir haben da dreierlei Waldbestände zu unterscheiden:

a) der Lärchenwald der südlichen Seitenthäler des Oberwallis (Binnenthal, Simplon, Eifischthal) in einer Höhe von 1200 bis 1700 m. über dem Meere;

b) der Kastanienwald des Unterwallis 400—600 m. und

c) der höher gelegene Tannenwald an den Flanken und Seitenthälern des Val d'Illiez von 1200—1700 m.

Buchenwald kommt seltener vor und wurde bloss in der Gegend von Monthey besucht, wo er den Uebergang von der Kastanie zum Tannenwald bildet.

I. Basidiomyceten.

A. Hymenomyceten.

Tremellineen.

Guepinia *helvelloides D. C.* wurde im Lärchenwald nicht gefunden, dagegen im Tannenwald bei Morgins hin und wieder.

Calocera *viscosa Pers.* in allen Waldarten häufig.

Clavariaceen.

Clavaria *falcata Pers.* (die merkwürdiger Weise weder von Secretan noch von Trog genannt wird) im Tannenwald bei Morgins.

Clavaria canaliculata Fr. am Simplon bei Berisal.

Clavaria contorta Holmsk. ebendaselbst.

Clavaria pistillaris L. häufig in den Wäldern von Morgins.

Clavaria corrugata Karsten im Eifischthale im Lärchenwald.

Clavaria Krombholzii Fr. am Simplon bei Berisal.

Clavaria muscoides L. auf den Weiden des Binnenthals.

Clavaria Botrytis Pers. und *flava Schæff.* überall häufig.

Thelephoreen.

Craterellus *clavatus Pers.* im Tannenwald bei Morgins.

Craterellus sinuosus Fr. Forêt de l'Ersse am Fusse der Petite Dent bei Monthey. An Tannenstämmen.

Hydneen.

Hydnum *melaleucum Fr.* im Kastanienwald bei Monthey.

Hydnum repandum L. und *imbricatum L.* in den Tannenwäldern des Unterwallis häufig.

Polyporeen.

Polyporus *dryadeus Pers.* an Kastanienbäumen bei Monthey.

Drei *Boleten* finden sich in den südlichen Seitenthälern des Oberwallis häufig:

Boletus elegans Schum., viscidus L. und cavipes Opat.

Boletus viscidus L. hat nach den Angaben von Fries*) und Rabenhorst**) einen schmutzig gelben Hut. Im Binnenthal habe ich Exemplare gefunden mit intensiv grünem Hut und kleinen, dunkel-

*) Fries, Hymenomycetes europaei. Upsala 1874.

**) Rabenhorst's Cryptogamenflora. Pilze. Leipzig 1884.

braunen, schuppenartigen Flecken, höchst wahrscheinlich noch Reste des velum. Bei ältern Pilzen waren die Schuppen verschwunden, die Farbe des Hutes ledergelb, aber doch immer noch mit grünen Stellen besonders gegen den Rand. Von allen mir bekannten Pilzautoren ist es einzig Secretan*), der diese Variante erwähnt. Unter den Synonymen zu *Boletus viscidus* finden wir dort**) „*Boletus aeruginascens*“ und in dem dazu gehörigen Text die Angabe: „*Bolet verdet colleté*“.

Boletus cavipes Opatowski ist in mehr als einer Richtung interessant.

Die ungleich grossen Poren sind bei diesem Pilz radial angeordnet, so dass, wenn bei ausgereiften Individuen die Scheidewände zwischen den Poren sich stark contrahiren, oft papierdünn werden, man im Zweifel sein kann, ob der Pilz ein Boletus sei oder ein Agaricus, dessen Lamellen unter sich durch Querwände verbunden sind. Es ist dies eine sehr merkwürdige Erscheinung, die uns Anhaltspunkte liefern kann zur Deutung der Entstehungsgeschichte der verschiedenen Pilzformen.

Erkundigen wir uns nach dem Verbreitungsgebiet dieses bisher in der Schweiz nicht notirten Pilzes, so finden wir in Rabenhorst***) die Angabe: Bisher nur aus Steiermark und Thüringen bekannt. Saccardo†) fügt zu diesen Fundorten noch Ungarn. Kalchbrenner††) beschreibt ihn mit Abbildung in seinen *Icones selectae Hymenomycetum Hungariae* und gibt an, dass er in den Centralkarpathen im Lärchenwald vorkomme. Schröter†††) erwähnt 6 Fundorte in Schlesien, ohne eine Angabe, ob häufig oder selten.

Dieser nun, wie es scheint, doch ziemlich spärlich vorkommende Pilz findet sich in den 4 besuchten Seitenthälern des Oberwallis, im Binnenthal, im Thal des Simplon, im Nicolaithal und im Eifischthal sehr häufig. Besonders an der Simplonstrasse oberhalb Berisal ist sein Vorkommen geradezu massenhaft.

Wenn man bei einer so flottanten Gesellschaft wie die Pilze noch von einem Heimatsprincip reden könnte, so wäre mit vieler Wahrscheinlichkeit die Heimat dieses Kameraden im Oberwallis zu suchen.

---

*) Secretan Mycographie Suisse. Genève 1833.

**) ebendaselbst vol. III, pag. 6.

***) Rabenhorst's Cryptogamenflora, Pilze. Leipzig 1884.

†) Saccardo, Sylloge fungorum. Padua 1887.

††) Kalchbrenners, Icones selectae Hymenomycetum Hungaric. Pest 1873—78.

†††) Schröter, Pilzflora von Schlesien. Breslau 1889.

Nach meiner eigenen Erfahrung ist *Boletus cavipes* essbar, wenn er auch nicht gerade zu den feinsten mykologischen Delikatessen gehört.

Merkwürdig ist, dass wir in den genannten Thälern diese drei Boleten stets beisammen finden. Wo *cavipes* wächst, ist *viscidus* nicht weit und *elegans* sicher in der Nähe. Mit Ausnahme von *Lycoperdon caelatum* steigen diese drei Brüder am höchsten im Gebirg. So findet man sie oberhalb der Baumgrenze (2000 m.) am Illhorn oder im Binnenthal am Albrunpass auf Alpweiden zwischen Gentiana und Nigritella.

Boletus edulis kommt im Lärchen-, Tannen- und Kastanienwalde vor, scheint aber auch dort sehr von der Gunst oder Ungunst der Witterung abhängig.

Agaricineen.

Marasmius *pyramidalis Scop.* in der Forêt de l'Ersse bei Monthey.
Cantharellus *cinereus Pers.* im Tannenwald bei Morgins.
Cantharellus cibarius Fr. kommt im Lärchenwald weniger häufig vor, am meisten findet man ihn in den Wäldern am Simplon, wo er sich durch ein sehr feines Aroma auszeichnet und unter dem Namen „Marguerite" als Speisepilz geschätzt wird. In den Tannenwäldern des Unterwallis ist er gemein.

Die Gattung **Russula** ist im Lärchenwalde des Oberwallis sehr spärlich vertreten. Vom Simplon habe ich *Russula chamaeleontina Fr.* mitgebracht. Im Kastanienwald des Unterwallis findet sich *Russula alutacea Pers.* sehr häufig, auch *Russula depallens Pers.* *Russula cyanoxantha Schæff.* wird von den italienischen Arbeitern der Glashütte Monthey gesammelt und unter dem Namen *Bisotte* gern gegessen. *Russula adulterina Fr.* in der Forêt de l'Ersse.

Lactarius.

Lactarius *camphoratus Bull.* im Tannenwalde bei Morgius.
Lactarius lignyotus Fr., ein seltener Pilz, findet sich ebenfalls bei Morgins. Nach Mittheilung meines verehrten Freundes Fayod in Nervi, der sich um die Verarbeitung meiner Pilzbeute grosse Verdienste erworben und dem ich bei diesem Anlass meinen herzlichen Dank ausspreche, soll dieser Pilz auch in der Forêt de l'Ersse vorkommen. Secretan, Trog und Otth haben ihn nicht gekannt.
Lactarius glyciosmus Fr. var. stipite carnea, im Binnenthal.
Lactarius vietus Fr. im Buchwald ob den Steinbrüchen von Monthey.

Lactarius deliciosus L. im Lärchenwald vereinzelt, im Tannenwald des Unterwallis häufig.

Lactarius piperatus Scop, fehlt im Lärchenwald des Oberwallis gänzlich, im Tannenwald vereinzelt.

Lactarius trivialis Fr. im Tannenwald bei Morgins.

Lactarius turpis Weinm. in Champ Bernard bei Monthey über dem Kastanienwald.

Lactarius scrobiculatus Scop. massenhaft im Tannenwald bei Morgins.

Hygrophorus.

Hygrocybe *unguinosa Fr.* im Längthal, einem Seitenthal des Binnenthales auf der Weide, 1500 m.

Hygrocybe psittacina Schaeff. am Simplon bei Berisal.

Hygrocybe coccinea Schaeff. auf den Wiesen des Eifischthales.

Camarophyllus *fornicatus Fr.* im Val d'Illiez.

Camarophyllus niveus Scop. im Wald bei Berisal.

Limacium *pustulatum Pers.* auf den Wurzeln von Lärchen und Tannen im Binnenthal.

Limacium lucorum Kalchbr., bisher nur in Ungarn, Steiermark und Tyrol gefunden worden. Im Binnenthal und am Simplon.

Limacium discoideum Pers. im Lärchenwald bei Vissoie.

Limacium melizeum Fr. im Buchenwald oberhalb der Steinbrüche von Monthey.

Gomphidius.

Das Genus *Gomphidius Fr.* ist in 3 Arten vertreten. *Gomphidius glutinosus & viscidus* finden sich im Oberwallis häufig. *G. viscidus L.* war auffallend durch die grosse Mannigfaltigkeit in der Farbe des Hutes von blass rosa bis purpurroth, oft cantharidengrün schillernd.

Gomphidius roseus Fr. im Binnenthal.

Cortinarius.

Hydrocybe *jubarina Fr.* im Tannenwald bei Morgius.

Hydrocybe armeniaca Schaeff. im Lärchenwald im Eifischthal.

Dermocybe *cinnamomea L.* im Tannenwald bei Morgins.

Dermocybe malicoria Fr. in der Schweiz bisher unbekannt, im Lärchenwald des Eifischthales.

Inoloma *arenatum Pers.* im Kastanienwald bei Monthey.

Inoloma albo-violaceum Pers. im Lärchenwald zwischen Chandolin und St. Luc im Eifischthal. Auch in der Forêt de l'Ersse.

Phlegmacium *prasinum Schaeff.* (Secretan, Trog, Otth unbekannt) im Tannenwald bei Morgins.

Phlegmacium caerulescens Schaeff. im Wald bei Berisal.

Phlegmacium pachypus Schum. Eine Varietät, die sich von der Normart *Phlegmacium pansa Fr.* durch voluminöseren Habitus, knolligen Strunk, und durch die Farbe der Lamellen unterscheidet (Fayod.) Binnenthal.

Phlegmacium infractum, Buchenwald bei Monthey.

Phlegmacium percome Fr., ein seltener Pilz, der bisher fast ausschliesslich im hohen Norden (Schweden und Finnland) gefunden worden. In keiner Beschreibung finde ich die auffallende Erscheinung erwähnt, dass das schwefelgelbe Fleisch dieses Pilzes bei Luftzutritt in Folge von Verletzung sich intensiv grün färbt und nach Verlauf von etwa 2 Stunden wieder die ursprüngliche Farbe annimmt. Im Tannenwald bei Morgins.

Bolbitius.

Bolbitius *fragilis L.* in den Wiesen bei Berisal.

Coprinus.

Coprinus finden wir, wie überall, auch im Wallis. Ausserordentliches war nicht zu constatiren.

Agaricus.

Psathyrella *atomata Fr.* auf einer Wiese bei Berisal.

Hypholoma *epixanthum Paul.* in der Forêt de l'Ersse an Tannenstämmen.

Crepidotus *mollis Schaeff.* Kastanienwald bei Monthey.

Tubaria *paludosa Fr.* Tannenwald bei Morgins.

Flammula *sapinea Fr.* Die Normart wächst an Tannenstämmen. Die Var. terrestris unterscheidet sich von der Norm durch eine spindelförmige, wurzelartige Verlängerung des Stieles. Beide Varianten finden sich in den Tannenwäldern von Morgins.

Flammula fusa Batsch ebendaselbst.

Flammula abrupta Fr. wird von Rabenhorst nicht aufgeführt. Fries beschreibt sie als Bewohnerin der Wälder bei Upsala. Sonst nirgends citirt. Im Binnenthal und bei Berisal hin und wieder.

Flammula Studeriana Fayod (siehe Tafel I) von V. Fayod in Nervi als species nova erkannt und nach dem Finder getauft.

Der Hut ist dickfleischig, gewölbt, derb, später verflacht mit aufgebogenem Rande, intensiv orangefarbig, 0,06—0,10 m. breit, in der

Jugend mit radialen, seidenartigen, purpurbraunen Fasern bedeckt, welche von einem faserigen Velum herrühren und bei zunehmendem Alter verschwinden. Der Stiel ist cylindrisch, schwach knollig, dem Hute gleichfarbig, ebenfalls mit Velumfasern bedeckt, bis 0,12 m. hoch, 0,012—0,018 m. dick. Die Lamellen sind angeheftet, thonfarbig, nicht gefleckt. Die Sporen sind rostbraun, elliptisch 4,5 × 8 μ und ausgezeichnet durch ein sehr evidentes farbloses Exosporangium. Er ist geruch- und geschmacklos. Von *Flammula sapinea Fr.* ist er durch seine Wachsthumsverhältnisse und den fehlenden Geruch verschieden. Der *Flammula penetrans Fr.* ist er nahe verwandt, aber durch den Habitus, besonders durch die thonfarbigen, nicht gefleckten Lamellen, sowie durch das stärker ausgebildete Velum verschieden. Von *Phlegmacium percome Fr.*, mit dem er auch einige Aehnlichkeit hat, unterscheidet er sich durch sein weisses, an der Luft unveränderliches Fleisch, durch die thonfarbenen Lamellen und durch eine gar nicht klebrige Oberhaut.

Diesen Pilz findet man in den Lärchenwäldern des Eifischthales und zwar sowohl in dem hochgelegenen Wald zwischen Chandolin und St. Luc als in der Waldschlucht am Südende von Vissoie.

Hebeloma *petiginosum Fr.* am Simplon und bei Morgins.

Hebeloma fastibile Fr. var. brunno-purpurascens im Tannenwald bei Morgins.

Hebeloma spiloleucum Krombh. im Eifischthal.

Inocybe *geophylla Sowerby* bei Morgins.

Inocybe pyriodora Pers. ebendaselbst.

Nolanea *pascua Pers.* in einer Wiese bei Vissoie.

Volvaria *bombycina Schaeff.* im Eifischthal.

Omphalia *umbellifera L.* in der Forêt de l'Ersse.

Mycena *epipterygia Scop.* im Lärchenwald bei Vissoie.

Collybia *conigena Pers.* auf faulenden Stämmen bei Berisal.

Clitocybe *Tuba Fr.* bei Morgins.

Clitocybe virens Scop. bei Berisal.

Clitocybe amara Fr. Lärchenwald bei Vissoie.

Clitocybe opipara Fr. Binnegg am Eingang des Binnenthals.

Clitocybe nebularis Batsch an der Navigence bei Vissoie.

Tricholoma *melaleucum Pers.* im Tannenwald bei Morgins.

Tricholoma irinum Fries im Eifischthal.

Tricholoma leucocephalum Fr. bei Berisal.

Tricholoma Maluvium Fr., bisher in der Schweiz nicht bekannt. Im Binnenthal.

Tricholoma elytroides Scop., ebenfalls für die Schweiz neu. Im Lärchenwald zwischen St. Luc und Chandolin.

Tricholoma tumidum Pers. in der Forêt de l'Ersse.

Tricholoma saponaceum Fr. im Lärchenwald des Eifischthals.

Tricholoma atrovirens Pers., eine Subspecies von *Tr. saponaceum* im gleichen Wald.

Tricholoma argyraceum Bull. am Simplon bei Berisal.

Tricholoma Columbetta Fries im Binnenthal.

Tricholoma variegatum Scop. im Lärchenwald bei Vissoie.

Tricholoma portentosum Fr. (bisher in der Schweiz nicht notirt) im Grase bei einer Sennhütte im Binnenthal.

Tricholoma sejunctum Soverby im Kastanienwald bei Monthey.

Armillaria *aurantia Schaeff.* im Tannenwald bei Morgins.

Armillaria robusta Alb. & Schw. (merkwürdigerweise weder von Secretan noch Trog aufgeführt) bei Morgins.

Lepiota *amianthina Scop.* bei Berisal.

Lepiota carcharias Pers. bei Berisal.

Lepiota excoriata Schaeff. im Eifischthal.

Lepiota rhacodes Vittad. auf dem Friedhof von Vissoie.

Lepiota procera Scop. findet sich in schönen Exemplaren am Simplon.

Amanita *vaginata Bull.* fehlt im Oberwallis, in den Wäldern des Unterwallis kommt sie hin und wieder vor.

Amanita pantherina DC. ebenso.

Amanita muscaria L. findet sich überall.

Amanita phalloides Fr. fehlt im Oberwallis, ist im Unterwallis selten.

Amanita caesarea Scop. soll in guten Jahren im Kastanienwald bei Monthey vorkommen. Mir war es leider nicht vergönnt, sie zu pflücken.

B. Gasteromyceten.

Phallus *impudicus L.* im Unterwallis vereinzelt.

Clathrus *Micheli* ist bis jetzt noch nicht gefunden worden.

Lycoperdon *caelatum Bull.* ist überall häufig und steigt auf Alpweiden weit über die Baumgrenze.

Geaster *mammosus Chev.* in der Forêt de Châtillon, einem mit Tannen bewaldeten Felsblock bei Massongex im Grunde des Rhonethales.

II. Ascomyceten.

A. Discomyceten.

Morchella *esculenta & conica* kommen in Rhonethal in grosser Menge vor und bilden im Frühling einen bedeutenden Handelsartikel, der besonders auf dem Markt von Sitten eine Rolle spielt.

Helvella *esculenta* am Simplon im September vereinzelt.

Helvella crispa Fr. im Val d'Illiez.

Geoglossum *hirsutum Pers.* im Lärchenwald bei Vissoie.

B. Pyrenomyceten.

Xylaria *polymorpha Grev. var.* aus einer Wiese bei Monthey. Dr. Rehm in Regensburg, der Nachfolger von Winter in der Neu-Ausgabe von Rabenhorst's Cryptogamen-Flora, welchem dieser Pilz zugesandt worden, bestimmt ihn als *Xylaria polymorpha*, weil die Aestchen (siehe Tafel 2) bis oben Apothecien tragen und keine sterile Spitze besitzen. Gegen diese Anschauung spricht aber der ganze Habitus des Pilzes, indem *Xylaria polymorpha* keulenförmige bis kugelige Aeste besitzt, während das vorliegende Exemplar mit seinen zugespitzten Clavulis sich mehr der *Xylaria digitata* zu nähern scheint.

Ob die charakteristische Dichotomie der Spitzen zur Aufstellung einer neuen Species berechtigt, mag einstweilen dahingestellt bleiben.

Auffallend ist der gleichartige Charakter der Pilzflora der südlichen Seitenthäler des Oberwallis, obschon die geologische Beschaffenheit des Bodens ziemlich bedeutende Differenzen zeigt. Es beweist diess auf's Neue, dass die Beschaffenheit des Bodens von geringem Einfluss ist gegenüber der phanerogamischen Pflanzendecke, von deren Detritus der Pilz sich nährt. Der Pilz fragt nicht, ob die Tanne auf Jurakalk stehe oder auf Molasse, die Lärche auf Verrucan oder Dolomit; einzig der Charakter des Waldes ist ihm massgebend. Russula will Laubholz haben, Boletus cavipes verlangt Lärchen, Boletus viscidus wenigstens Coniferen; bloss Cantharellus cibarius nimmt mit jeder Kost vorlieb. Im Oberwallis scheinen wir eine typische Pilzflora des Lärchenwaldes zu haben, und daraus erklärt sich die vielfache Uebereinstimmung zwischen den Walliserpilzen mit denjenigen Ungarns. Eine ähnliche Uebereinstimmung lässt sich nachweisen zwischen dem Tannenwald des Unterwallis und den Wäldern des Neuenburger Jura.

Wie schon Trog*) bemerkt, scheint die vertikale Erhebung über dem Meer von sehr geringem Einfluss zu sein auf den Charakter der Pilzflora, so dass man nicht von Alpenpilzen reden kann, die z. B. unter einer gewissen Höhe nicht vorkommen, wie so viele Phanerogamen, die desshalb Alpenpflanzen heissen. Der Lärchenwald hat die nämlichen Gäste in der Tiefe wie in der Höhe, und wo das Laubholz aufhört, verschwinden auch seine Pilze.

Selbstverständlich darf diese Arbeit nicht als Monographie der Walliser Pilze angesehen werden, eine solche macht sich nicht in zwei Monaten. Wie schon Eingangs erwähnt, ist dies bloss die mycologische Ausbeute weniger Wochen und ihre Veröffentlichung bezweckt, die Aufmerksamkeit der Pilzforscher auf diese Gegend zu lenken, wo noch mancher interessante Fund seiner Entdeckung harrt.

Nachtrag

von Dr. **Ed. Fischer.**

Anschliessend an obiges Verzeichniss mögen hier noch einige Pilze Platz finden, die ich auf einer Excursion ins Eifischthal am 9. und 10. Juni 1889 beobachtete.

1. *Fuligo varians Sommerfelt.* An der Strasse zwischen den Pontis und Vissoye, Eifischthal.
2. *Cystopus cubicus Lév.* (C. Tragopogonis (Pers.) auf Podospermum laciniatum D. C. Bei Siders.
3. *Cystopus cubicus Lév. n. f. Crupinae.* An Blättern und Stengel von Crupina vulgaris Pers. Aufstieg nach Vissoye, Eifischthal.

C. cubicus ist meines Wissens bisher auf Crupina vulgaris nicht beobachtet worden, der vorliegende Pilz stimmt aber mit dieser Species sehr gut überein, inbesondere durch den charakteristischen verdickten Querring der Conidienwandung. Auch Oosporen, die ich in den Blättern der gleichen Nährpflanze fand und welche ohne Zweifel zu demselben Pilze gehören, stimmen mit denjenigen von C. cubicus überein**).

---

*) Mittheilungen der bernischen naturforschenden Gesellschaft, 1851, pag. 37.

**) s. de Bary in Annales des sc. nat., Botanique. Série IV, t. 20. 1863, pag. 132, und zwar schien mir unter den beiden Varietäten eher Uebereinstimmung mit α vorzuliegen.

Auffallend und abweichend von dem sonstigen Verhalten von Cystopus cubicus war die *ziegelrothe* Farbe der Epidermisauftreibungen, welche makroskopisch die Gegenwart der Conidienlager bezeichnen; dieselbe rührt davon her, dass einerseits die emporgehobene Epidermis und andererseits der Inhalt der ihr anliegenden Endzellen der Sporenketten roth gefärbt ist.

4. *Dasyscypha flavovirens Bres.* Rehm, Ascomyceten Nr. 762. (Nach der Bestimmung von Dr. Rehm.) Auf Lärchenzweigen im Hintergrunde des Eifischthales hinter Zinal.
5. *Endophyllum Sempervivi (Alb. et Schw.)* auf Sempervivum arachnoideum L. Alpe de l'Allée im Eifischthal.
6. *Uromyces scutellatus (Schrank)* auf Euphorbia Gerardiana Jacq. Abhänge oberhalb Bramois bei Sitten.
7. *Aecidium Magelhaenicum Berk.* (im Sinne von Magnus in Verhandlungen des botan. Vereins der Provinz Brandenburg 1875, p. 77, p. 87 ff.) auf Berberis vulgaris L. in grosser Menge und sehr schöne Hexenbesen bedingend; zwischen Vissoye und Ayer, sowie auch zwischen Vissoye und St. Luc, Eifischthal.
8. *Exobasidium Vaccinii (Fckl.) Woronin ?* auf Arctostaphylos Uva-ursi Sprgl., die Endtriebe der Nährpflanze intensiv roth färbend, was schon von weitem sichtbar ist. Les Pontis, Eifischthal.

Der Pilz hatte noch keine Sporen gebildet, daher ist die Bestimmung nicht ganz ausser Zweifel.

Exobasidium Vaccinii bedingt auf Vaccinium Vitis Idaea L. entweder eine mehr locale Hypertrophie, oder aber es ergreift ganze Sprosse, die dann zwar wenig hypertrophirt, aber dafür roth gefärbt werden*). Dieselben zwei Arten des Auftretens dieses Pilzes beobachtete Thomas-Ohrdruf**) auf Arctostaphylos alpina Sprgl.; bei Arctostaphylos Uva-ursi hat er dagegen — und zwar im Engadin und Wallis — nur die lokalisirte Form beobachtet. Der vorliegende Fund aus dem Eifischthal wäre nun ein Fall der zweiten Art des Auftretens des Pilzes auf der letztgenannten Pflanze.

---

*) s. Thomas-Ohrdruf, Mykologische Notizen; Irmischia; Jahrg. VI, 1886, Nro. 9.

**) l. c.

F. Ris.

Zur Geschichte
des
internationalen Mass- und Gewichtsbüreau's
und der
neuen Prototype des Meters und des Kilogramms.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 15. Februar 1890.)

Wie Ihnen wohl allen bekannt sein wird, ist im abgelaufenen Jahre eine grosse Arbeit von hoher wissenschaftlicher und technischer Bedeutung zum Abschluss gelangt, nämlich die Erstellung einheitlicher Prototype des Meters und des Kilogramms. Dieses wichtige Ereigniss verdient auch im Schoosse unserer Gesellschaft besprochen zu werden; ich glaube das am Zweckmässigsten thun zu können, indem ich Ihnen einen Ueberblick zu geben versuche über die verschiedenen und mannigfaltigen Bestrebungen und Vorarbeiten, welche endlich zur Errichtung des internationalen Mass- und Gewichtsbüreaus und zur Construction der Prototype führten. Gestatten Sie mir zunächst Ihnen über die Entstehung des metrischen Systems überhaupt einige Daten in Erinnerung zu rufen.

Am 8. Mai 1790 erliess die französische Nationalversammlung ein Dekret, in welchem der König ersucht wurde, die Regierung Grossbritanniens zu veranlassen, gemeinsam mit der Nationalversammlung, zur Fixirung einer natürlichen Mass- und Gewichtseinheit mitzuwirken, wobei nach dem Vorschlag Bouguer's die Länge des Secundenpendels in der Breite von 45° gewählt werden sollte. Der König sanctionirte dieses Dekret am 22. August 1790.

Eine von der französischen Académie des Sciences ernannte Commission bestehend aus Borda, Lagrange, Laplace, Monge und Condorcet, welche die Frage einer neuen Längeneinheit untersuchen sollte, erstattete unterm 19. März 1791 Bericht, in welchem vorgeschlagen wird, als eigentliche Längeneinheit den vierten Theil des Aequators oder eines Meridians zu nehmen und $^1/_{10,000,000}$ dieser Länge als gebräuchliche Einheit einzuführen. Da die Messung eines Meridianbogens mit grösserer Sicherheit auszuführen sei, als die Messung eines Bogens des Aequators, und da jedes Volk seinen Me-

ridian habe, während nur wenige Staaten am Aequator liegen, so wurde $^1/_{10,000,000}$ des Erdmeridian-Quadranten als Einheit gewählt, und die Nationalversammlung erliess am 26. März 1791 ein Dekret, welches die vorgeschlagene Längeneinheit adoptirte und welches am 30. März die königliche Sanction erhielt. Die Gelehrten Delambre und Méchain wurden nun beauftragt den Meridianbogen zwischen Dünkirchen und Barcelona zu messen, und am 10. Juni 1792 erliess der König noch eine Proklamation zum Schutze der vorzunehmenden Arbeiten.

Der Nationalconvent mochte den Schluss der Arbeiten nicht abwarten, denn schon am 18. Germinal III (7. April 1795) erliess er ein Gesetz, wonach die neue Masseinheit bereits eingeführt wurde, bevor man noch deren Länge genau kannte. Hiebei wurde die Länge des zukünftigen Meters angenommen zu 3′ 11‴, 44 der Toise von Peru. Diese neuen Masse sollten noch nicht obligatorisch sein, die Bürger werden aber eingeladen, einen Beweis ihrer Anhänglichkeit an die Einheit und Untheilbarkeit der Republik zu geben, indem sie sich schon von nun an der neuen Masse in ihren Rechnungen und in Kauf und Verkauf bedienten.

Das Gesetz verlangt ferner, dass ein einziges Urmass erstellt werden solle, und zwar ein Platinstab, auf welchem die genaue Länge des Meters abgetragen werden solle (sur laquelle sera tracé le mètre etc.), während das spätere Urmass ein Platinstab ist, dessen Endflächen die Länge des Meters bestimmen.

Frankreich beabsichtigte aber nicht nur für sich selbst ein neues Mass- und Gewichtssystem einzuführen, sondern dasselbe sollte auch allen andern Staaten zugänglich sein, und es beschloss die französische Regierung, die vorläufigen Arbeiten einer internationalen Commission zu unterbreiten, welche sich im Anfang des Jahres VII (Herbst 1798) vereinigen sollte. Die Commission bestand aber nur aus Abgeordneten von Sardinien, Toscana, Spanien, Dänemark und der batavischen, römischen, cisalpinischen, ligurischen und helvetischen Republik. Die Commission, an deren Arbeiten der helvetische Abgeordnete Tralles hervorragenden Antheil nahm, verificirte die Arbeiten der französischen Kommissäre und stellte die Länge des Meters fest auf 443‴,295936 der Toise von Peru (statt wie früher 443‴,44), wobei die Abplattung der Erde zu $^1/_{334}$ angenommen wurde, während dieselbe nach Bessel $^1/_{299}$ ist. Es darf hier wohl erwähnt werden, dass schon Delambre die Ansicht aussprach, dass die festgesetzte Länge des Meters um 0‴,032 zu kurz sei.

Durch das Gesetz vom 19. Brumaire VIII (10. Dezember 1799) wurde die Länge des Meters definitiv festgesetzt zu 3′—11‴,296; ferner wurden die unterm 4. Messidor im Gesetzgebenden Körper deponirten Masse eines Meters und eines Kilogramms aus Platin als definitive Urmasse anerkannt. (Es sind das diejenigen Masse, welche später als mètre und kilogramme des archives bezeichnet worden sind.) Endlich wurde beschlossen, um in der Nachwelt die Erinnerung an den Zeitpunkt, in welchem das metrische System zu seiner Vollendung gelangte, aufrecht zu erhalten, eine Medaille zu schlagen mit der Inschrift: «A tous les temps, à tous les peuples», während der Revers lautete: «République française, an VIII.*).

Copien des Meters und des Kilogramms, allerdings in sehr geringer Ausführung, wurden an befreundete Staaten abgegeben, und so besitzt die eidgen. Eichstätte noch heute einen Endmeter aus Eisen und ein Kilogramm aus Messing, welche im Jahre 1836 als Hauptgrundlagen der schweizerischen Mass- und Gewichtsordnung erklärt wurden.

Wie bei allen tief in die Gewohnheiten des täglichen Lebens einschneidenden Neuerungen musste es wohl lange gehen, bis das neue System sich einleben konnte. Sogar in Frankreich wurden im Jahr 1812 neben den eigentlichen gesetzlichen Massen noch andere Masse gestattet, z. B. $1' = {}^1/_3$ m, 1 Elle von 1,2 dm; fortgesetzte Halbirungen des Liters, 1 ℔ = 500 g etc. und erst durch das Gesetz vom 4. Juli 1837 wurde bestimmt, dass vom 1. Januar 1840 an in Frankreich keine andern Masse gestattet werden, als die metrischen.

Wenn schon im Geburtsland des Meters die Ausbreitung dieses neuen Systems so langsame Fortschritte machte, so darf es uns nicht wundern, dass auch in andern Ländern die Einführung desselben auf bedeutende Schwierigkeiten stiess. Wir können hier nicht eintreten auf alle die Anstrengungen, die da und dort gemacht wurden, das neue System anzunehmen. Es sei mir indess gestattet, der höchst interessanten Abhandlung des Herrn Prof. Dr. Förster in Berlin: «Ueber gemeinsames Mass und Gewicht und den Pariservertrag vom 20. Mai 1875» folgende kurze Notizen über die Einführung in

*) Ausdrücklich sei betont, dass die Mitwirkung der fremden Gelehrten erst stattfand, als die eigentlichen Arbeiten beendigt waren. Die internationale Kommission hat also an der Herstellung des Meters nicht directen Antheil genommen, sondern ihre Aufgabe beschränkte sich auf die Controlle der bereits ausgeführten Arbeiten.

Deutschland zu entnehmen. (In Beziehung auf die Schweiz verweise auf meinen Artikel im Schweizerischen Volkswirthschaftslexicon unter Mass und Gewicht.)

Schon im Jahr 1861 einigte sich eine Commission von Sachverständigen, welche in Frankfurt zusammentrat, dahin, es sei in Deutschland das metrische System zu adoptiren. Preussen, das schon früher unter Bessel sein Mass- und Gewichtswesen besser geordnet hatte, erhob jedoch Widerspruch. Als dann in Folge der Ereignisse von 1866 der preussische Staat mehrere neue Provinzen erhielt, wurde die preussische Verwaltung geneigter, gemeinsam für alle Theile des neuen Staates das metrische System einzuführen. So entstand die Mass- und Gewichtsordnung des norddeutschen Bundes vom 17. August 1868, durch welche dann das metrische System, wenigstens in Nord-Deutschland, angenommen wurde, freilich auch noch mit Beibehaltung der fortgesetzten Halbirung des Liters, während in der neuen Mass- und Gewichtsordnung vom Jahr 1884 für das deutsche Reich auch diese fallen gelassen wurde.

Der wichtigste Punkt bei Aufstellung einer neuen Mass- und Gewichtsordnung ist wohl die Erstellung genauer Urmasse und deren Copien. Die meisten Staaten waren natürlich auf die französischen Urmasse angewiesen und daher wurden im Laufe der Zeit eine Reihe von Vergleichungen mit denselben und namentlich mit dem Meter ausgeführt. (Abordnung der Professoren Wild und Mousson nach Paris 1863 und 1864). Diese Copien waren aber durchaus nicht alle gleichwerthig, auch die Construction und Aufbewahrung des französischen Meters liess zu wünschen übrig, und so sagt Förster: «Die Folgen jener Sorglosigkeit haben sich bei der weitern Copirung solcher Copien lawinenartig gehäuft und bewirkt, dass, wenn einmal Normalmeter von verschiedenen Ländern unter einander zur Vergleichung kamen, dieselben häufig bis zu Zehntheilen des Millimeters abweichend befunden wurden.»

Bei der stets grösser werdenden Verbreitung des metrischen Systems musste daher der Gedanke an einheitliche Vorkehren zur Herstellung gleicher Urmasse nahe treten. Schon im Jahr 1867 verlangte Generallieutenant Dr. Bayer in Berlin in einer der Berliner Akademie der Wissenschaften übergebenen Abhandlung die Herstellung einer europäischen Institution, welche mit der Aufbewahrung eines gemeinschaftlichen Urmasses, sowie mit der beglaubigten Ausgabe von Copien desselben beauftragt werden sollte.

Im Herbst 1867 trat dann die zweite General-Conferenz der europäischen Gradmessung zusammen, und hier war es vor allem der Schweizer-Abgeordnete Dr. *Ad. Hirsch*, Director der Sternwarte in Neuenburg, welcher folgende Resolutionen befürwortete, die dann auch in der angegebenen Fassung angenommen wurden.

1. Die schon vor 3 Jahren anerkannte Nothwendigkeit der Vergleichungen der bei der Gradmessung in Betracht kommenden Mass-Stäbe und Messtangen ist von Neuem hervorzuheben und zu deren Ausführung die Herstellung zweier Comparatoren, eines für Masstäbe und eines andern für Messtangen zu fordern, welche geeignet sein müssen, sämmtliche Masstäbe, sowohl Strich- als Endmasse zu vergleichen und die absoluten Ausdehnungs-Coefficienten derselben zu bestimmen.

2. Mit Aufstellung der bei den Massvergleichungen und bei der Construction der Comparatoren zu befolgenden Principien ist eine Special-Commission zu betrauen; die zu diesem Zweck vor 3 Jahren ernannte Commission (Bayer, Dove, Repsold) ist durch mindestens 6 den verschiedenen, bei der europäischen Gradmessung betheiligten Staaten angehörige Mitglieder zu verstärken und die permanente Commission ist beauftragt, diese neuen Mitglieder zu bezeichnen.

3. Die Commission empfiehlt der Conferenz nähere Untersuchungen über die mit der Zeit eintretende Veränderlichkeit der Ausdehnungs-Coefficienten der Masstäbe und deren eventuelle Berücksichtigung bei der Herstellung der neuen Urmasse.

4. Es ist im Interesse der Wissenschaft überhaupt und der Geodäsie insbesondere wünschenswerth, dass ein und dasselbe Mass- und Gewichtssystem mit Decimaltheilung in Europa angenommen werde.

5. Da unter den möglicherweise in Betracht kommenden Massen der Meter die grösste Wahrscheinlichkeit der Annahme für sich hat, so spricht sich die Conferenz für die Wahl des metrischen Systems aus.

6. Es wird empfohlen, das Metersystem, wo es eingeführt wird, ohne Änderung mit consequenter Durchführung der Decimaltheilung anzunehmen. Die Einführung des metrischen Fusses ist namentlich zu widerrathen.

7. Um für alle Zeiten und für alle Länder Europa's eine gemeinschaftliche Masseinheit so genau und unveränderlich als möglich zu definiren, hält die Conferenz die Herstellung eines neuen europäischen Normal-Meters für wünschenswerth. Die Länge dieses europäischen Meters sollte sich von der des ursprünglichen französischen mètre

des archives so wenig als möglich unterscheiden, und muss mit demselben auf das Genaueste verglichen werden. Bei Herstellung eines neuen Urmeters ist auf die leichte Ausführbarkeit der nothwendigen Vergleichungen besondere Rücksicht zu nehmen.

8. Die Herstellung des neuen Normalmeters, sowie die Anfertigung und Vergleichung der für die verschiedenen Länder bestimmten Copien würden am besten von einer internationalen Commission besorgt werden, in welcher die betheiligten Staaten vertreten wären.

9. Die Conferenz erklärt die Gründung eines europäischen internationalen Büreau's für Masse und Gewichte für wünschenswerth.

10. Die Conferenz stellt es den Bevollmächtigten anheim, obige Beschlüsse ihren hohen Regierungen zur Kenntniss zu bringen, und die permanente Commission wird beauftragt, deren Ausführung möglichst zu fördern.

Durch Annahme dieser Beschlüsse war der erste Schritt zur Gründung des internationalen Instituts gethan.

Das Journal officiel de l'empire français enthält in der Nummer vom 2. September 1869 einen Bericht des Landwirthschafts- und Handelsministeriums an den Kaiser. In demselben wird zunächst erwähnt, dass das Conservatoire des arts et métiers mit den nöthigen Apparaten ausgerüstet worden sei, um genaue wissenschaftliche Vergleichungen von Massen vorzunehmen. Die Gelehrten sprechen sich mehr und mehr zu Gunsten des metrischen Systems aus, und die Anzahl der Staaten, welche dasselbe bei sich einführen, wird stets grösser. Gelehrte verschiedener Länder seien in den letzten Jahren abgeordnet worden, um Vergleichungen mit den französischen Massen vorzunehmen. Der Aufbewahrung der französischen Urmasse wurde eine grössere Sorgfalt gewidmet; die Masse des Conservatoire, welche allein noch zu den Vergleichungen fremder Masse benützt werden sollen, wurden durch eine Special-Commission mit den Archivmassen genau verglichen. Die verschiedenen Weltausstellungen haben dazu beigetragen, das metrische System mehr und mehr bekannt zu machen, so dass schon in einem grossen Theile Europa's die Mehrzahl der Gelehrten und der Ingenieure dasselbe anwenden, obschon es nicht gesetzlich eingeführt sei. Hierauf werden die oben erwähnten Beschlüsse der internationalen geodätischen Commission mitgetheilt.

Eine ähnliche Eingabe ist auch von Seite der Akademie von St. Petersburg eingelangt. Ferner wird darauf hingewiesen, dass die englische Commission des étalons in ihrem Bericht darauf aufmerksam

gemacht habe, dass es nöthig sei, gesetzgeberische Massnahmen zu treffen, um die Einführung der metrischen Masse und Gewichte zu erleichtern, dass zu diesem Zweck genaue Copien der ursprünglichen französischen Masse hergestellt werden sollten, und dass weitere Copien zu erstellen seien, welche den Localbehörden zur Disposition zu stellen seien. Endlich wird noch erwähnt, dass auch die Regierung von Britisch-Indien schon im Jahr 1867 in einem längern Bericht gewünscht habe, eine genau verificirte Serie von metrischen Massen und Gewichten zu erhalten.

Alle diese Eingaben beweisen:

1. Die Vortheile des metrischen Systems.

2. Die Zweckmässigkeit auch für fremde Staaten, das metrische System anzunehmen oder dessen Gebrauch zu gestatten.

3. Die Nothwendigkeit für diese fremden Staaten, sich genaue Copien (étalons secondaires) der Urmasse zu verschaffen, welche nach genauer wissenschaftlicher Vergleichung dazu dienen können, in jedem Land den Gebrauch des metrischen Systems zu verallgemeinern.

Diese Übereinstimmung so vieler Gelehrten aller Stände, die allgemeine Huldigung, welche dem metrischen System gezollt wird, musste die Aufmerksamkeit der kaiserlichen Regierung erregen, und es wurde daher im Jahr 1868 eine Commission unter dem Präsidium von Marschall Vaillant niedergesetzt, welche berathen sollte, wie den Wünschen der fremden Regierungen Rechnung getragen werden könne, indem man Frankreich zugleich den Theil der Thätigkeit und der Initiative lasse, welcher ihm gebührt. Die Commission empfiehlt dem Kaiser, folgende Beschlüsse zu adoptiren:

1. Es soll vom Archivmeter eine legale Copie eines Strichmeters gemacht werden.

2. Diese Copie soll durch eine französische Commission, welcher Abgesandte der fremden Mächte beigegeben werden, ausgeführt werden.

3. Es soll eine Commission schon jetzt ernannt werden, welche sich mit den Vorarbeiten zu beschäftigen habe.

Endlich wird noch darauf hingewiesen, dass auch bei den ersten Arbeiten, welche mitten in den damaligen Stürmen ausgeführt worden seien, ausländische Gelehrte mitgewirkt hätten, und dass es heute bei dem allgemeinen Friedenszustand umsomehr angezeigt sei, auch Gelehrte aller derjenigen Länder, welche den Wunsch hätten, daran Theil zu nehmen, zu allen Studien und Beschlüssen beizuziehen, um so das nothwendige Zutrauen in die Genauigkeit der Copien der bis-

herigen Urmasse zu erwecken, während diese letztern die einzigen und unveränderlichen Urmasse bleiben sollen. Das Ministerium glaubt endlich, dass die Mittel des Conservatoire des arts et métiers, wo die Arbeiten concentrirt werden sollen, hinreichen werden, um diese wichtige Arbeit mit aller wünschbaren Genauigkeit und Schnelligkeit zu machen. Hierauf wurden die Vorschläge für die Commission gemacht und der Kaiser ersucht, die fremden Regierungen, welche wünschen solche Copien zu erhalten, einzuladen, ihre Delegirten zu den Arbeiten zu bezeichnen.

Man sieht aus diesem Bericht, dass die französische Regierung damals nur beabsichtigte, Copien des Meters herstellen zu lassen, und dass die alten Masse als solche in Kraft bleiben sollten. Die Regierung sowie die französischen Gelehrten waren jedenfalls noch weit entfernt, an die Errichtung eines internationalen Mass- und Gewichtsbüreau zu denken, sondern nur an eine bescheidene Mitwirkung fremder Gelehrten.

Wie die grosse Umwälzung von 1789 kommen musste, um auf dem Gebiet des Mass- und Gewichtswesens regenerirend zu wirken, so mussten vielleicht auch andere Stürme eintreten, um die Schöpfung eines so wichtigen Instituts zu ermöglichen.

Die französischen Mitglieder der internationalen Meter-Commission vereinigten sich zum ersten Mal am 9. November 1869 unter dem Vorsitz des Herrn Mathieu im Conservatoire des arts et métiers und beschäftigten sich in einer Reihe von Sitzungen mit verschiedenen Studien. Vor allem wurden die beiden Urmasse des Meters und des Kilogramms einer nähern Besichtigung unterzogen, um sich von dem Zustande derselben zu überzeugen. Während das Platinkilogramm zu keinen Aussetzungen Veranlassung gab, constatirten die Mitglieder, dass die eine Endfläche des Meters in der Nähe der Mitte eine kleine Einsenkung zeige, von welcher sie glaubten, dass dieselbe von Anfang an bestanden habe, während später Professor Wild aus Petersburg annahm, dass diese Einsenkung von den Contacten eines Comparators herrühre. Die Dimensionen des métre des archives sind: Breite 25 mm, Dicke 4,05 mm.

In Betreff des neuen Urmasses des Meters werden folgende Vorschläge angenommen: Der neue Meter soll ein Strichmass sein von genügendem Querschnitt, und sein Ausdehnungs-Coefficient soll möglichst nahe demjenigen des alten Meters gleichkommen. Nachdem verschiedene Materialien besprochen worden waren, einigte sich die Section

dahin, dass der Meter aus reinem Platin mit 10 % Iridium bestehen solle, wodurch eine bedeutend grössere Stärke erreicht werde, als bei reinem Platin.

Fizeau beschäftigte sich besonders mit der Bestimmung der Ausdehnungs-Coefficienten verschiedener Bruchstücke aus reinem Platin und Platin-Iridium und findet den Ausdehnungs-Coefficienten von durch St. Claire Deville hergestelltem Platin-Iridium zu 0,0000088, nachdem aber das Metall gewalzt und nachher ausgeglüht worden war, zu 0,000008911, während der Ausdehnungs-Coefficient des Platins, aus welchem der Archivmeter hergestellt ist, zu 0,00000865 angenommen wurde, so dass die Uebereinstimmung als genügend erachtet werden konnte.

Nachdem die französische Section noch eine Reihe von Untersuchungen über die zur Disposition stehenden Comparatoren ausgeführt und die Herstellung neuer Comparatoren besprochen hatte, wobei betont worden war, dass die Vergleichung des neuen Meters mit dem alten nur auf optischem Wege erfolgen dürfe, wurde endlich noch der Wunsch formulirt, dass der Archivmeter zum Ausgangspunkt gewählt werden möge, d. h. dass die ursprüngliche Definition des Meters ($^1/_{10,000,000}$ des Erdquadranten) fallen gelassen werde und die durch den mètre des archives repräsentirte Länge als wahrer Meter betrachtet werde.

Die *internationale Meter-Commission* versammelte sich zum ersten Mal am 8. August 1870. Vertreten waren an derselben 14 europäische und 8 amerikanische Staaten, nämlich: Oesterreich, Ungarn, Spanien, Kirchenstaat, Frankreich, Grossbritannien, Griechenland, Portugal, Russland, Norwegen, Schweden, Schweiz, Türkei, Italien, Columbia, Vereinigte Staaten, Ecuador, Peru, Chili, Venezuela, San Salvador, Nicaragua. Ausserdem hatten folgende Staaten ihre Repräsentanten bereits ernannt, konnten aber wegen der damaligen Ereignisse an der Conferenz nicht theilnehmen: Bayern, Belgien, Niederlande, Preussen, der Norddeutsche Bund und Württemberg.

Ungeachtet der kriegerischen Ereignisse hielt die Commission 6 Sitzungen ab vom 8. bis 13. August. Auf den Antrag von Struve, Director der Sternwarte in Pulkowa, wurde einstimmig folgender Beschluss gefasst:

«In Betracht der gegenwärtigen Umstände glaubt die internationale Meter-Commission, im wohlverstandenen Interesse ihrer Mission, jede definitive Beschlussfassung auf einen späteren günstigeren Zeitpunkt verschieben zu sollen.

Unterdessen soll die jetzige Session benützt werden, um unter dem Titel von Vorstudien die Grundzüge zu discutiren, nach welchen das neue Urmass des Meters construirt werden solle.

Die Commission ersucht die französische Regierung, dieselbe wieder zu berufen, sobald die Umstände es erlauben werden, und sie spricht den Wunsch aus, dass ihr Programm in dem Sinne erweitert werde, dass es auch alle Massnahmen umfasse, welche geeignet seien, dem metrischen System einen wahrhaft internationalen Charakter zu geben, und dass die neuen Prototype den Anforderungen des gegenwärtigen Standes der Wissenschaft entsprechen.»

Der letzte Passus hatte Veranlassung gegeben zu der Befürchtung, dass möglicher Weise die bisherige Länge des Meters nicht als Ausgangspunkt für den neuen Meter gewählt werden möchte. Der schweiz. Delegirte Dr. Hirsch in Neuenburg begründete in längerer Ausführung, dass die Zeit der Naturmasse vorbei sei, und dass wohl kein Gelehrter mehr daran denken würde, das neue Mass wieder aus den Dimensionen der Erde abzuleiten. Die Fundamentaleinheit könne nicht theoretisch definirt werden, sondern müsse durch eine materielle Länge, ein Urmass, dargestellt sein. Aber dieses Prototyp soll nach den Forderungen der Wissenschaft hergestellt werden, wobei es selbstverständlich sei, dass das neue Urmass mit dem alten möglichst übereinstimme.

Die Commission konnte unter den damaligen Verhältnissen nicht anders, als den vorgeschlagenen Antrag annehmen. Immerhin wurden sowohl in Beziehung auf die Construction des Meters als des Kilogramms eine Reihe von Beschlüssen gefasst, die aber nicht als verbindliche gelten konnten, sondern nur als Anträge an eine spätere Commission aufzufassen sind. Wir beschäftigen uns hier daher nicht näher mit denselben. Immerhin glaube ich doch folgende Punkte von allgemeinem Interesse hervorheben zu sollen.

Während einige Mitglieder der Ansicht waren, man sollte jetzt schon bestimmen, dass das Kilogramm direct von dem Archivkilogramm abgeleitet werde, machte Professor Wild namentlich auf die grossen Differenzen aufmerksam zwischen dem Gewicht des Kilogramms und dem Gewicht eines Kubik-Decimeters Wasser, die bis zu 300 mg betragen könne, was durch Miller bestritten wird, welcher höchstens eine Differenz von 11 mg annimmt.

Von Interesse mag noch sein zu erwähnen, dass in Beziehung auf das Material der Prototype auch auf die wenige Jahre vorher bei

uns gefundenen grossen Krystalle von Rauchtopas hingewiesen wurde, welche sich vielleicht zur Herstellung von Längenmassen ($^1/_2$ m.) und Gewichten eignen würden. So sind die früheren schweizerischen Urgewichte (das Urgewicht selbst und 2 Copien desselben, von denen die erste am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich, die zweite auf der eidgenössischen Eichstätte in Bern aufbewahrt wird) Bergkrystallpfunde, welche in den Jahren 1865 bis 1867 durch Professor Wild, dem ersten Direktor der eidgenössischen Eichstätte, bestimmt wurden. Diese Gewichte haben in der That die Eigenschaft, unveränderlich zu sein, wie der Vortragende bei seinen Gewichtsvergleichungen im Jahr 1880 aufs Neue constatiren konnte.

Es macht auf Denjenigen, der die Verhandlungen dieser ersten Session der internationalen Meter-Commission liest, und sieht, mit welchem Fleiss und mit welchem Ernst diese so wichtigen Fragen der Metrologie besprochen wurden, einen eigenthümlichen Eindruck, wenn er daran denkt, von welchen kriegerischen Ereignissen diese Discussion begleitet wurde. Zwei Tage vor der Eröffnung der Session waren die Schlachten von Wörth und Spicheren geschlagen, die deutsche Armee rückte unaufhaltsam vor, Paris selbst in grosser Aufregung und dazwischen die wissenschaftliche Arbeit, bestimmt alle Völker auf dem Gebiete des Mass- und Gewichtswesens zu einigen.

Bevor die Commission ihre Sitzungen vertagte, wurde beschlossen, ein Comité des recherches préparatoires zu bilden, und als Mitglieder desselben wurden bezeichnet:

Die Mitglieder der französischen Section, ferner Airy, assistirt durch Chisholm aus England, Wrede (Schweden), Wild (Russland), Hirsch (Schweiz), Ibañez (Spanien), Steinheil (Bayern), Förster (Norddeutscher Bund), Lang (Östreich), Hilgard (Vereinigte Staaten von Nordamerika), mit der Einladung an alle übrigen Mitglieder der Commission, den Berathungen ebenfalls beizuwohnen. —

Die Ereignisse liessen die weitere Verfolgung dieser Fragen längere Zeit ruhen. Erst am 1. December 1871 trat die französische Section wieder zu einer Sitzung zusammen, um die Vorstudien wieder aufzunehmen. In wöchentlichen Sitzungen wurden namentlich folgende Punkte erörtert:

Zunächst machte Tresca Studien über die Art und Weise, wie die Striche auf Platin-Iridium am zweckmässigsten angebracht werden können. Er glaubt, eine matte Politur einer spiegelnden Politur vorziehen zu sollen, weil bei einer matt polirten Fläche die Striche

deutlicher seien. Die Striche sollen mit Diamant gezogen werden. Eingehende Versuche werden gemacht über die von Fizeau vorgeschlagene Methode der Vergleichung von Endmetern auf optischem Weg. Ebenso wird das Material, aus welchem die Prototype hergestellt werden sollen, eingehend studirt, da Zweifel ausgesprochen worden waren über die Homogeneität von Stäben aus Platin-Iridium. Endlich wurden auch noch Vorbereitungen getroffen zur Herstellung geeigneter Comparatoren, die in besondern Räumen, deren Temperatur während längerer Zeit constant erhalten werden kann, aufgestellt werden sollen.

Vom 2. bis 14. April 1872 finden 11 Sitzungen des *Comité des recherches préparatoires* statt. Aus den Verhandlungen hebe ich hervor die Mittheilungen von Fizeau über die Ausdehnungs-Coefficienten von edlen Metallen. Während Bayer bei einer Reihe von Metallen constatirt hatte, dass dieselben sich in Folge von molecularen Bewegungen im Laufe der Zeit ändern, wodurch Änderungen der Ausdehnungs-Coefficienten entstehen, welche bei Längenmassen von fataler Wirkung wären, bewies Fizeau aus seinen Untersuchungen, dass derartige Veränderungen nur vorkämen bei denjenigen Metallen, welche wie Zink, Zinn und andere, nach verschiedenen Richtungen ungleiche Ausdehnung besitzen, was bei den Krystallen des regulären Systems und also auch bei den edeln Metallen nicht der Fall ist. Die vorerwähnten Befürchtungen seien daher völlig unbegründet.

Indem ich hier die eigentlichen Beschlüsse übergehe, glaube ich dagegen noch Folgendes aus den interessanten Discussionen herausgreifen zu sollen.

Auf Veranlassung von Chisholm berichtet Fizeau über die sehr merkwürdigen Eigenschaften des Beryll, welcher im hexagonalen System krystallisirt. Dieser Körper zeigt eine sehr geringe Ausdehnung, die in der Richtung der Hauptaxe negativ ist, in einer dazu senkrechten Richtung dagegen positiv. Fizeau bestimmte die beiden Ausdehnungs-Coefficienten in der Richtung der Axe zu — 0,00000134, senkrecht dazu zu + 0,00000104. Wenn man daher einen Stab in der Richtung von 48° 32′ 30″ gegen die Hauptaxe schneiden würde, so müsste derselbe bei allen Temperaturen die gleiche Länge besitzen. Fizeau konnte wirklich constatiren, dass bei einem unter 54° 44′ gegen die Axe geschnittenen Stück die Länge sich nur unmerklich veränderte. Er glaubte, es sollte wohl möglich sein, Stücke von 20 cm Länge zu erhalten.

Die *internationale Meter-Commission* versammelte sich zu ihrer zweiten Session am 24. September 1872. (Dauer bis 12. October 1872). Vertreten waren an derselben 18 europäische und 9 amerikanische Staaten. Die Beschlüsse dieser Commission sind für die Arbeiten des spätern internationalen Comites massgebend, und es lohnt sich desshalb, etwas näher auf einzelne derselben einzugehen.

Was zunächst die Frage der Abstimmungen betrifft, so wurde bestimmt, dass im Allgemeinen jeder Anwesende eine Stimme habe, und dass die Abstimmungen offen geschehen sollen. Wenn 2 Mitglieder es verlangen, so soll die Abstimmung unter Namensaufruf erfolgen. Wenn aber 3, verschiedenen Staaten angehörende Mitglieder eine Abstimmung nach Staaten verlangen, so hat dieselbe in der Weise zu geschehen, dass die Vertreter derjenigen Staaten, welche mehr als 20 Millionen Einwohner zählen, 3 Stimmen (Deutschland, Grossbritannien, Spanien, Vereinigte Staaten von Nordamerika, Frankreich, Italien, Russland und Türkei), diejenigen der Staaten mit einer Bevölkerungszahl von 10–20 Millionen 2 Stimmen (Östreich und Ungarn) und diejenigen der kleinern Staaten (unter 10 Millionen) 1 Stimme haben (Argentinien, Belgien, Chili, Columbia, Dänemark, Ecuador, Griechenland, Niederlande, Peru, San Salvador, Päpstlicher Stuhl, Schweiz, Urugay, Venezuela, Schweden, Norwegen). Bei allen Abstimmungen kam aber nur das einfache Handmehr zur Anwendung.

Zur Vorberathung der verschiedenen Fragen wurden 11 Commissionen gewählt, welche meist sehr eingehende Referate abgefasst haben. Im Ganzen wurden 40 Resolutionen gefasst, von denen 21 auf die Construction und Vergleichung des Meters, 12 auf das Kilogramm Bezug haben, während 7 sich mit der weitern Vollziehung befassen. Es würde zu weit führen, hier alle die Resolutionen mitzutheilen, welche sich zum Theil auf die Vorarbeiten des Comité des recherches préparatoires stützen; es mag genügen, die Hauptpunkte zu erwähnen.

a. *in Beziehung auf den Meter:*

Der Meter soll vom früheren Archivmeter abgeleitet und als Strichmass ausgeführt werden, welches bei 0° die richtige Länge haben soll. Derselbe soll aus Platin-Iridium (90 % Pt und 10 % Ir) bestehen und die verschiedenen Meter, deren Zahl von der Commission noch zu bestimmen ist, sollen aus einem einzigen Gussstück hergestellt werden. Die Stäbe sollen vor ihrer Vollendung während mehrerer Tage auf eine möglichst hohe Temperatur gebracht werden. Die

Länge der Stäbe soll 102 cm betragen und den von Tresca vorgeschlagenen Querschnitt erhalten. Für diejenigen Staaten, welche es wünschen, sollen auch Endmeter hergestellt werden, welche denselben aber etwas stärkern Querschnitt haben, ihre Endflächen sollen durch sphärische Flächen von 1 m Radius gebildet werden. Jedem Meter sollen 2 auf's Sorgfältigste mit dem Luftthermometer verglichene Thermometer beigegeben werden. Der Ausdehnungs-Coefficient des Platin-Iridium, welches zur Construction der Meter verwendet wird, soll mit Hülfe der Fizeau'schen Methode bestimmt, ausserdem sollen diese Coefficienten auch aus der absoluten Ausdehnung der Meter selbst abgeleitet werden. Die bezüglichen Messungen sollen mindestens bei 5 verschiedenen Temperaturen, welche zwischen 0 und 40° liegen, ausgeführt werden. Die relativen Vergleichungen der einzelnen Prototype unter sich sollen mindestens bei 3 verchiedenen Temperaturen stattfinden. Zur Ausführung der Vergleichungen sollen zwei Comparatoren construirt werden: einer mit Längsverschiebung zum Ziehen der Striche und einer mit Transversalverschiebung der Stäbe zu den Vergleichungen. Die Vergleichungen haben zu geschehen sowohl in einer Flüssigkeit, als in Luft; doch soll der Archivmeter vor Schluss der Arbeiten in keine Flüssigkeit getaucht werden.

Aus einzelnen Berichten, sowie aus der allgemeinen Discussion ist wohl Folgendes besonders erwähnenswerth. Die Endflächen des Archivmeters wurden nochmals auf's Sorgfältigste studirt; mit Hülfe von microscopischen Untersuchungen, sowie durch microscopische Betrachtungen der Spiegelbilder von Spinnefaden konnte constatirt werden, dass die Endflächen jedenfalls äusserst geringe Änderungen im Laufe der Zeit erfahren hätten. Da es ausserdem nicht darauf ankomme, die ursprüngliche Länge des Meters in aller Vollkommenheit wiederherzustellen, sondern da es genügen werde, wenn die Länge des Prototyps innerhalb der Fehlergrenzen liege, welche auch bei Herstellung der verschiedenen Copien des Archivmeters aufgetreten waren, und welche auf 2 oder 3 μ geschätzt wurden, so muss nur verlangt werden, dass die neue Länge bis auf diesen Werth genau bestimmt wird, und die Commission ist der bestimmten Ansicht, dass das leicht zu erreichen sei, und dass also nichts befürchten lasse, dass die neue Bestimmung des Meters von der früheren wesentlich abweichen werde. Immerhin schlägt sie vor, in dieser Beziehung noch neue Studien zu machen.

In Bezug auf das *Material,* aus welchem die Meter hergestellt

werden sollen, hat der Chemiker Sainte-Claire-Deville in seinem vorzüglichen und klaren Bericht folgende Anforderungen gestellt:

1. Der Stoff soll nicht oxydirbar sein, unempfindlich gegen den Einfluss von Ozon, Schwefel, Chlor, Ammoniak, Wasser, Salzlösungen und sogar gegen einzelne Säuren und alkalische Verbindungen. Er soll der Rothglühhitze Widerstand leisten, und in derselben keine Veränderung irgend welcher Art erleiden.

2. Das Material muss eine grosse Härte haben, der Elasticitäts-Coefficient muss gross genug sein, damit eine bleibende Formveränderung nur unter dem Einfluss der stärksten Kräfte eintrete. Die Cohäsion soll bedeutend sein.

3. Wenn der Stoff amorph ist, so soll er nicht von selbst krystallinisch werden, ist er dagegen krystallinisch, so muss er im regulären System krystallisiren und darf seine Krystallform nicht ändern. Endlich soll er auch nicht oder doch nur wenig magnetisch sein, damit er keiner andern Kraft als der Schwerkraft unterworfen ist. Der Ausdehnungs-Coefficient soll möglichst klein sein. Da die Stäbe alle aus dem gleichen Stoff bestehen sollen, so muss derselbe völlige Homogeneität besitzen, damit alle Stäbe unter sich vollständig gleich sind; wird daher beschlossen, die Stäbe aus einem Metall herzustellen, so müssen dieselben alle aus ein und derselben Masse genommen werden, welche durch und durch homogen sein muss. Nachdem nun verschiedene Legirungen besprochen worden, untersucht Deville die vorgeschlagene Legirung von Platin und Iridium und findet folgende Vorzüge:

1. Die beiden Metalle krystallisiren im regulären System; sie haben dieselbe Dichte 21,15.

2. Die Legirungen derselben zu 10,20 und 30 % Iridium besitzen immer noch dieselbe Dichte; es findet also bei der Mischung gar keine Contraction statt, und es ist daher auch nicht zu befürchten, dass während des Schmelzens eine Trennung der Metalle stattfinde, so dass die ganze Masse völlig homogen sei, was directe Versuche bereits bewiesen haben.

3. Von allen Metallen (mit Ausnahme von Osmium und Arsenik) haben die beiden Metalle den kleinsten Ausdehnungs-Coefficienten, und derjenige der Legirung ist fast genau derselbe, wie der des Archivmeters. Der Ausdehnungs-Coefficient der Legirung ist ausserdem weitaus am genauesten bekannt, in Folge der vielfachen Versuche Fizeau's, und derselbe hat sich als absolut unveränderlich erwiesen.

4. Die Legirung besitzt eine grosse Härte und Festigkeit; der Elasticitätsmodul ist bedeutend, wie durch die Versuche von Tresca bewiesen wurde. Mit Diamant lassen sich sehr schöne Striche ziehen.

5. Wenn die Menge des Iridiums richtig gewählt wird, so lässt sich das Material leicht schmieden, und es lassen sich also die grössten Blöcke in jede beliebige Form bringen.

6. Platin und Iridium lassen sich verhältnissmässig leicht rein darstellen und in genügenden Mengen erhalten.

7. Die Legirung ist ebenso leicht schmelzbar, wie reines Platin,

8. Eine Analyse der Legirung ist mit Sicherheit auszuführen.

Wild hegt noch einige Zweifel in Betreff der vorerwähnten Eigenschaften und wünscht, dass noch einige weitere Untersuchungen gemacht werden; sollten seine Zweifel in Beziehung auf die Unveränderlichkeit der Legirung sich später als gerechtfertigt herausstellen so wünscht er, dass jedem Stab ein Stab aus Bergkrystall beigegeben werde (von z. B. 1 dm Länge).

Bezüglich der *Form der Meter* ist daran zu erinnern, dass, während in frühern Zeiten die Striche, welche eine Länge begrenzen sollen, auf der Oberfläche des Stabes angebracht waren, schon seit einer Reihe von Jahren vorgezogen wurde, die Striche auf der neutralen Fläche anzubringen, damit bei kleinen Durchbiegungen, wie sie beim Auflegen eines Stabes vorkommen, die Entfernung der Striche unverändert dieselbe Länge zeige. So bestehen z. B. das Urmass und die beiden Copien des Schweizerfusses aus etwas mehr als 3′ langen prismatischen Stäben, welche in der Entfernung von 3′ Höhlungen besitzen, welche bis auf die Mitte des Stabes hinabreichen und dort, also in der neutralen Ebene, eingelassene Goldstifte tragen, auf denen die Striche angebracht sind. Die Commission entschied sich auch hier dafür, dass die Striche auf der neutralen Ebene angebracht würden. Tresca hatte über die Form der Stäbe eingehende Studien gemacht. Bei der Construction der neuen Prototype handelte es sich um ein kostbares Material, es war also auch die Frage der Materialersparniss von ziemlicher Bedeutung, daneben soll aber der Stab die nöthige Starrheit und Unbiegsamkeit besitzen. Da es wünschbar ist, dass der Stab in beiden Lagen, wenn er auf seiner eigentlichen Grundfläche oder der Oberfläche aufruht, dieselbe Starrheit zeige, so kann nur ein Querschnitt gewählt werden, welcher von einem quadratischen abgeleitet ist. Ausserdem ist es endlich wünschbar, dass die Form des Stabes derart sei, dass er rasch die Temperatur der Um-

gebung annehme (zu welchem Zweck Wrede Stäbe in der Form von Röhren construirt hatte). Wie wichtig auch diese Bedingung ist, geht daraus hervor, dass eine Temperatur-Differenz von $0^0{,}01$ einer Längen-Differenz (bei Platin) von beinahe 0,1 μ entspricht. Tresca glaubte in der frühern Methode, nur einzelne Stellen der neutralen Fläche sichtbar zu machen, nicht unbedeutende Uebelstände zu finden, was ihn veranlasste zu verlangen, dass die ganze Fläche offen daliege. Diese Betrachtungen führten ihn dazu, die Profile in der Form eines H und eines X näher zu studiren, und aus den Resultaten seiner Studien überzeugte er sich, dass die Form eines X die zweckmässigste sei. Die von ihm vorgeschlagenen Dimensionen sind Höhe = Breite des Stabes 20 mm; das Profil soll so gewählt sein, dass die neutrale Fläche in halber Höhe liegt und eine Breite von 4 mm hat. Die oberen Schenkel haben überall eine Dicke von 3 mm; um den Schwerpunkt genau in halbe Höhe zu bringen, müssen die untern Schenkel etwas reducirt werden und erhalten nur eine Dicke von 2,723 mm; die untere Mittelfläche erhält so eine Breite von ca. 7 mm (genauer 6,954 mm). Die Fläche des Querschnitts ist somit 150,9 mm^2, d. h. 1,5 mal grösser als der Querschnitt des Archivmeters, woraus das Gewicht eines Stabes von 102 cm Länge folgt zu 3,255 kg, also im Maximum zu 3,40 kg. Aus den verschiedenen Formen, welche man dem Profil eines Stabes geben kann, berechnet Tresca die Grösse des Pfeils desjenigen Bogens, den ein Stab bildet, der an seinen Endpunkten unterstützt ist und der sich unter dem Einfluss einer Last P biegt, nach der Formel $f = \frac{5}{192} \frac{P.\ l^3}{2\ E.\ I.}$, wo l die Länge, E = Elasticitätsmoment, I das Trägheitsmoment ist. Der umgekehrte Werth $\frac{1}{f}$ kann als Mass der Starrheit betrachtet werden $\frac{1}{f} = \frac{192}{5} . \frac{2\ E.\ I.}{Pl^3}$. Wird der Stab nur dem Einfluss seines eigenen Gewichts überlassen, so ist $P = S\,\delta$, wo S = Fläche des Querschnitts und δ das Gewicht eines Stabes von der Länge l und der Fläche 1 ist. Dann ist das Starrheitsmass $\frac{1}{f} = \frac{192}{5} . \frac{2.\ E.}{l^3\,\delta} . \frac{I}{S}$, d. h. die Starrheit des Stabes ist proportional dem Quotienten aus dem Trägheitsmoment in die Fläche des Querschnitts. Daraus ergeben sich folgende Vergleichungen (vide folgende Tabelle), woraus hervorgeht, dass der gewählte Querschnitt im Vergleich zur Masse wirklich die günstigsten Verhältnisse zeigt.

Querschnitt	Fläche S mm^2	Trägheitsmoment I -6		$\frac{I}{S}$ -9		-2	
Rechteck von 25 mm Breite und 4 mm Höhe) (Archivmeter)	100.	10	0,113.10	1,33.10	=		1.
Quadrat von 20 mm Seite	400.		13,333.	33,33	=		25,00
H von 20 mm Höhe	167,08		5,522.	33,05	=		24,79
X von 20 mm Höhe	150,92		5,213.	34,53	=		25,90

Wird der Stab bei den Vergleichungen auf zwei Cylinder gestellt, damit er sich leicht ausdehnen und die Temperatur sofort annehmen kann, und ist die Distanz der beiden Cylinder nach den Untersuchungen Bessels = 0,559380 der Gesammtlänge, so berechnet Tresca den Pfeil zu 8,63 μ. Bei einer so minimen Biegung darf also wohl unbedenklich angenommen werden, dass eine Aenderung der Länge zwischen den auf der neutralen Fläche gezogenen Strichen unmerklich ist.

Für die Endmeter wird das gleiche Profil vorgeschlagen, nur mit dem Unterschied, dass die Form vollständig symmetrisch sei, damit die Endflächen auch in der Mitte der Höhe liegen. Zur grösseren Sicherheit wird die Dicke des horizontalen Mittelstücks zu 4 statt zu 3 mm angenommen.

Ein fernerer Vorzug des vorgeschlagenen Profils besteht darin, dass die Thermometer, welche bei der Vergleichung auf den Stäben liegen, fast vollständig von dem Metall des Stabes eingeschlossen sind, wodurch die Temperatur des Stabes sicherer angegeben werden muss. Endlich wird noch darauf aufmerksam gemacht, dass die Bearbeitung keine übergrossen Schwierigkeiten darbiete, da die Stäbe gehobelt werden können, was nicht der Fall wäre, wenn nur einzelne Theile der neutralen Fläche offen daliegen würden.

b. In Beziehung auf das Kilogramm wurden folgende Beschlüsse gefasst: In Erwägung, dass die einfache Beziehung zwischen Gewicht und Volumeneinheit durch das bisherige Kilogramm für die Bedürfnisse der Industrie und sogar für die gewöhnlichen Bedürfnisse der Wissenschaft hinreichend genau hergestellt sei, dass es für die Wissenschaft vollständig genügend sei, wenn eine möglichst vollkommene Bestimmung dieses Verhältnisses gemacht werde, und in Berücksichtigung der Schwierigkeiten, welche eine Aenderung der Gewichtseinheit nach sich ziehen würde, wird beschlossen, dass das neue

Kilogramm aus dem alten in seinem gegenwärtigen Zustand abgeleitet werde.

Die wahre Gewichtseinheit ist das Gewicht des internationalen Kilogramms im luftleeren Raum. Das Material desselben ist das nämliche wie das des Meters; seine Masse soll vollständig homogen sein; seine Form ist die des Archivkilogramms, d. h. ein Cylinder von gleicher Höhe und Durchmesser, dessen Kanten leicht abgerundet sind. Das Gewicht eines Kubik-Decimeters Wasser soll durch die internationale Commission bestimmt werden. Die Volumina aller Kilogramme sollen durch hydrostatische Wägungen ermittelt werden, doch darf das Archivkilogramm vor Beendigung aller Operationen weder in Wasser noch in den leeren Raum gebracht werden.

Jedes Kilogramm soll mit dem Archivkilogramm in der Luft verglichen werden und ebenso sollen alle Kilogramme, sowohl im lufterfüllten als im luftleeren Raum mit dem neuen internationalen Kilogramm verglichen werden.

Auch hier ist wieder der vollständige und klare Bericht von Deville hervorzuheben betreffend Material und Form des Kilogramms. Er verlangt: 1. dass der Stoff ebenso unveränderlich sei, wie derjenige des Meters. 2. Derselbe soll möglichst wenig Luft verdrängen, d. h. möglichst dicht sein. 3. Der Stoff, aus dem das Kilogramm bestehen soll, muss hart, elastisch und schmiedbar sein. Endlich sei es wünschbar, dass der Stoff möglichst wenig von dem des Archivkilogramms differire. Nachdem er in Beziehung auf die verlangten Eigenschaften eine Reihe von Stoffen, welche hier in Frage kommen können, besprochen, beweist er an der Hand eigener und anderer Untersuchungen, dass wieder Platin-Iridium der geeignete Stoff sei. Von andern Stoffen, deren Eigenschaften er untersucht, wird uns im Besondern der Bergkrystall interessiren, und Deville findet folgende Nachtheile desselben. Seine Dichte, 2,650, ist zu klein; das Volumen eines Bergkrystall-Kilogramms würde 377,8 cm^3 betragen gegen 48,65 bei Platin. Nun ergeben sich aber bei Wägungen in der Luft, wegen der allfälligen Veränderungen derselben in Beziehung auf Temperatur, Druck und Feuchtigkeit, leicht Unsicherheiten, namentlich auch weil Quarz ein schlechter Leiter der Wärme ist; im Fernern wird Quarz auch durch Reibung elektrisch, was leicht andere Nachtheile haben kann. Wild entgegnet ihm hierauf, dass Quarz den grossen Vortheil hätte, ungefähr gleiches Volumen zu haben, wie die in neuerer Zeit häufiger angewendeten Gewichte von Glas oder Porcellan, ausserdem zeichne sich Quarz durch weit grössere Härte aus.

In Beziehung auf reines Platin theilt Deville noch Folgendes mit. Es ist bekannt, dass Palladium eine beträchtliche Menge von Wasserstoff aufzunehmen im Stande ist. Auch reines Platin besitzt bei hoher Temperatur die Eigenschaft Wasserstoff und in bedeutend geringerem Mass Stickstoff zu absorbiren. Um auch in dieser Beziehung sicher zu gehen, hat die französische Section einen Platin-Iridium-Würfel an die Kathode eines Voltameters gebracht, und es wurde auch nicht die geringste Wasserstoffaufnahme beobachtet. Endlich theilt er aus Versuchen von Stas mit, dass weder Alkohol, noch Wasser, noch die Erwärmung bis zu Temperaturen von 250 — 350° noch endlich die Erwärmung bis zur Rothglühhitze (sofern das Platin gegen directen Eingriff der Flamme geschützt ist) von irgend welchem Einfluss gewesen sind.

In Beziehung auf die Ausführung der Arbeiten werden folgende Beschlüsse gefasst:

In Berücksichtigung, dass die Einheit im Mass- und Gewichtswesen nur dann erhalten werden kann, wenn alle Staaten, welche das metrische System angenommen haben, auch identische Prototype besitzen, wird beschlossen, dass so viele identische Prototype des Meters und des Kilogramms angefertigt werden sollen, als die betreffenden Staaten verlangen; alle diese Prototype sollen auf's genaueste verglichen werden, und aus allen Prototypen des Meters und des Kilogramms soll je eines als eigentliches Urmass ausgewählt werden, auf welche die übrigen zu beziehen sind.

Die Herstellung der neuen Masse, das Ziehen der Striche auf den Metern, die Vergleichung der neuen Prototype mit denjenigen des Archivs werden der französischen Section anvertraut unter der Mithülfe eines permanenten Comités, welches aus der Mitte der Commission gewählt und aus 12 verschiedenen Staaten angehörenden Mitgliedern bestehen soll.

Die Commission bringt der französischen Regierung zur Kenntniss, dass es im höchsten Grade wünschbar sei, in Paris ein internationales Mass- und Gewichtsbüreau zu gründen, welches als neutrales Institut betrachtet, auf gemeinsame Kosten unterhalten und unter dem permanenten Comité und der internationalen Commission stehen würde. Die Aufgaben desselben werden näher präcisirt. Die französische Regierung wird ersucht, diesen Wunsch der Commission den verschiedenen Staaten zu übermitteln.

Endlich wird noch beschlossen, dass dem internationalen Meter 4 identische Meter beigegeben werden, dass diese Stäbe so aufbewahrt werden sollen, dass sie den geringsten Temperaturschwankungen ausgesetzt sind und dass entsprechende Stäbe aus Quarz oder Beryll angefertigt werden. Die französische Regierung wird zum Schlusse ersucht, zu geeigneter Zeit eine der frühern französischen Grundlinien zu messen.

Nachdem noch das 12-gliedrige Comité permanent gewählt worden war, in welchem man mehrere Mitglieder vermisst, welche sich in hervorragender Weise an den Berathungen betheiligt hatten, wurde die denkwürdige Session geschlossen.

Aus den einlässlichen Sitzungsprotokollen der Commission könnte leicht geschlossen werden, dass die Berathungen zumeist im Frieden stattgefunden hätten. Das scheint auch der Fall gewesen zu sein, bei allen rein wissenschaftlichen Fragen. Die Berathungen über die Fragen, wem die eigentlichen fundamentalen Arbeiten zu übertragen seien, und ganz besonders über die Errichtung eines internationalen Büreaus waren dagegen oft sehr stürmisch. Aus den im eidgenössischen Archiv befindlichen Acten geht hervor, dass im Schoosse der Commission zwei Parteien sich befehdeten. Die französischen Mitglieder und mit ihnen verschiedene andere Abgeordnete, z. B. die diplomatischen Vertreter der mittel- und südamerikanischen Republiken, waren bestrebt, Frankreich das Uebergewicht zu sichern, zu welchem Zweck die Errichtung eines internationalen Instituts möglichst verhindert, oder wenigstens die demselben zuzuweisenden Aufgaben möglichst beschränkt werden sollten. Auf der andern Seite waren es die Delegirten aus Deutschland, Östreich, Russland, Italien und der Schweiz, welche fest hielten an dem Gedanken, dass, wenn ein einheitliches Mass- und Gewichtssystem angestrebt werde, auch die Grundlagen desselben, die Urmasse, nur durch gemeinsame Arbeit hergestellt werden müssen. Dabei anerkannten aber diese Mitglieder doch voll und ganz an, dass Frankreich, dem wir ja das metrische System verdanken, eine Präponderanz zukommen müsse, wesshalb auch der französischen Section gewisse wichtige Arbeiten übertragen wurden und von vornherein in Aussicht genommen war, dass der Sitz des Instituts in Paris sein solle. Wie gross aber das Misstrauen gegen die damaligen französischen Mitglieder der Commission war, geht z. B. auch daraus hervor, dass von Seite einiger Mitglieder die Frage allen Ernstes ventilirt wurde, ob nicht für den Fall, dass keine befriedigende Uebereinkunft erzielt würde, das internationale Mass- und Gewichtsbüreau in der Schweiz

seinen Sitz haben könnte. Erst der Einwirkung des Präsidenten der französischen Republik auf die französischen Delegirten ist es gelungen, dieselben zu bestimmen, auf die Propositionen der übrigen Mitglieder einzutreten, indem er das Interesse, das Centrum für Mass und Gewicht in Frankreich zu erhalten, höher stellte, als die Interessen des Conservatoire des arts et métiers. Immerhin gelang es den französischen Delegirten, die Delegirten der Schweiz und Italiens, welche ebenfalls auf der Liste der Mitglieder standen, welche das permanente Comité bilden sollten, zu eliminiren.

Das *permanente Comité,* welches General Ibañez zum Präsidenten und Bosscha zum Secretär gewählt hatte, versammelte sich, gemäss den gefassten Beschlüssen zweimal, vom 1. bis 10. Oclober 1873 und 6. bis 17. October 1874. An den Sitzungen desselben nahmen indessen die Vertreter von Deutschland, Östreich und Russland nicht Theil, weil sie von ihren Regierungen hiezu nicht autorisirt wurden, bis die Frage der Errichtung eines internationalen Büreau's entschieden sei. Andere Regierungen (worunter auch die schweizerische) weigerten sich, Bestellungen auf Prototype zu machen, ebenfalls bis nach dem Entscheid der erwähnten Frage. Es sollte dadurch auf die französische Section sowohl, wie auf die französische Regierung ein Druck ausgeübt werden, um endlich diese wichtige Frage zum Abschluss zu bringen. Zwar hatte schon im Anfang des Jahres 1873 die französische Regierung eine bezügliche Mittheilung an die Staaten erlassen, worin z. B. die Kosten der Errichtung eines internationalen Büreaus auf 500,000 Fr. angegeben wurden; allein die Sache blieb wieder liegen, so dass das permanente Comité sich an die französische Regierung wandte mit dem Ersuchen um Einberufung der internationalen diplomatischen Conferenz. Die französische Regierung adressirte im December 1873 neuerdings eine Anfrage an die Regierungen, und dennoch blieb auch diessmal die Frage liegen, so dass das permanente Comité sich genöthigt sah, sich nochmals an die französische Regierung zu wenden. Der Antrag von General Ibañez, der von dem Comité unverändert (allerdings nicht einstimmig) angenommen wurde, lautet:

«In Berücksichtigung der grossen Anzahl günstiger Antworten, welche von den interessirten Staaten bezüglich der Abhaltung einer diplomatischen Conferenz eingelangt sind, und welche die Aufgabe haben sollte, das Comité in den Stand zu setzen, die ihm obliegenden Aufgaben zu erfüllen; in Berücksichtigung, dass bei dem vorge-

schrittenen Stand der Arbeiten der französischen Section dieselbe die Mitwirkung des Comités nicht mehr nöthig habe, welche sich von nun an darauf beschränken sollte, die wissenschaftlichen Untersuchungen auszuführen, die ihm von der Commission anvertraut worden sind, beschliesst:

1. Das Büreau wird beauftragt, sich an die französische Regierung zu wenden mit dem Gesuch, in möglichst kurzer Frist die diplomatische Conferenz nach Paris einzuberufen.

2. Nach dem Schluss dieser Session wird das Comité sich nicht wieder versammeln, bis es Kenntniss von den Beschlüssen der diplomatischen Conferenz erhalten hat, nachdem dieselben von den betheiligten Regierungen sanctionirt worden sind.

3. Das Büreau wird der französischen Section und den Mitgliedern der internationalen Meter-Conferenz Kenntniss von diesem Beschluss geben.»

Die französische Section hatte sich nämlich in der Zwischenzeit mit aller Energie an die Arbeit gemacht. Schon am 6. Mai 1873 wurde in Gegenwart des Präsidenten der Republik eine erste Legirung von Platin-Iridium hergestellt im Gewicht von 10 kg, welche zur Anfertigung von Metern diente und welche verschiedenen Studien und Untersuchungen unterworfen wurde. Von grösserem Interesse sind die von Broch und Tresca in der Sitzung vom 30. September 1873 mitgetheilten Untersuchungen über den Molecularzustand der Stäbe. Zu diesem Zweck wurde ein Stab an den Enden unterstützt und in der Mitte belastet (mit im Ganzen 8,05 kg), wobei die Grösse der Einsenkung bei verschiedener Belastung durch Kathetometer bestimmt wurde. Der Stab wurde dann während 8 Stunden in lebhafter Rothglühhitze erhalten und hierauf wieder den gleichen Versuchen unterworfen. Es wurde constatirt, dass die Einbiegungen genau denselben Werth erreichten, dass also der Elasticitäts-Coefficient unverändert geblieben war, woraus der Schluss gezogen wurde, dass die so angefertigten Stäbe in einem vollständigen Zustande des molecularen Gleichgewichts sich befänden, der auch späterhin keine Veränderungen mehr erleiden würde.

Nun wurden alle Vorbereitungen zu dem grossen Guss von 250 Kilogramm getroffen, welcher am 13. Mai 1874 in Gegenwart mehrerer Mitglieder der internationalen Commission vorgenommen wurde. Bekanntlich erwies später die chemische Analyse, dass das gewonnene Metall nicht die nöthige und verlangte Reinheit besitze, um zu den

Prototypen des Meters verwendet zu werden. Aus späteren Analysen und Untersuchungen geht nämlich hervor, dass die Legirung circa 3 % fremde Stoffe enthalte, worunter 2½ % flüchtige und oxydirbare Stoffe, und dass die Dichte variire zwischen 21,09 und 21,01 statt 21,55 des reinen Platin-Iridiums. Diese grossen Mängel, worunter auch der zu geringer Homogeneität sind wohl vielleicht dem Umstand zuzuschreiben, dass die französische Section mit einer gewissen Hast arbeitete. Sie wollte die Arbeiten soweit als möglich fördern, um so das drohende internationale Büreau, welches in ihren Augen für die französischen Gelehrten etwas Demüthigendes hatte, vielleicht unnöthig zu machen. Der energischen Initiative des Generals Ibañez, sowie dem Fernbleiben verschiedener Commissäre ist es wohl zu danken, dass endlich die diplomatische Conferenz einberufen wurde.

Die *diplomatische Meter-Conferenz* wurde am 1. April 1875 eröffnet. An derselben nahmen theil 15 europäische Staaten (Deutschland, Oesterreich-Ungarn, Belgien, Dänemark, Spanien, Frankreich, Grossbritannien, Griechenland, Italien, Niederlande, Portugal, Russland, Schweden und Norwegen, Schweiz, Türkei) und 5 amerikanische Staaten (Brasilien, Argentinien, Vereinigte Staaten von Nord-Amerika, Peru, Venezuela). Ausser den diplomatischen Vertretern hatten die meisten Staaten wissenschaftliche Delegirte abgeordnet. In der ersten Sitzung wurde auf den Antrag des schweizerischen Vertreters, Herrn Minister Dr. Kern, beschlossen eine Commission, bestehend aus sämmtlichen Special-Delegirten zur Vorberathung der verschiedenen Anträge zu bilden.

In der allgemeinen Umfrage, die in der ersten Sitzung der Special-Delegirten (11. März) gehalten wurde, erklärten 5 (Deutschland, Spanien, Italien, Russland und die Schweiz) von ihren Regierungen autorisirt zu sein, für die Errichtung eines internationalen Instituts stimmen zu können. 4 Delegirte (Grossbritannien, Griechenland, Niederlande und Peru) haben die entgegengesetzte Instruction erhalten und 6 Staaten hatten keine bestimmte Instruction ertheilt. Der Präsident der Commission Dumas erklärte im Namen seiner Regierung, dass sich dieselbe der Ansicht anschliessen werde, welche in der Commission die Oberhand erhalte. Auf den Vorschlag des Präsidenten sollen die verschiedenen Gruppen zunächst besonders berathen nnd sich auf bestimmte Vorschläge einigen.

In der folgenden Sitzung (9. März) lagen die beiden Projecte vor. Das erste, welches auf Gründung eines internationalen Instituts

abzielt, war unterzeichnet von den Vertretern der schon oben erwähnten Staaten und ausserdem von den Vertretern von Oesterreich-Ungarn und den Vereinigten Staaten von Nordamerika (7 Vertreter).

Das zweite Project war unterzeichnet von Holland, Dänemark, Grossbritannien, Peru, Portugal, Schweden, also von 6 Staaten. Nach diesem Projekt wurde ein permanentes Comité vorgesehen, welchem für die Zeitdauer der Arbeiten ein besonderes Local zur Verfügung stehen sollte. Die internationalen Prototype sollten in einem besondern Dépôt aufbewahrt werden, welches als neutral erklärt und zu welchem drei Vertreter des diplomatischen Corps in Paris die Schlüssel hätten. Dem Dépôt sollte ein Director vorstehen, welchem das nöthige Personal (Buchhalter, Mechaniker und Abwart) beigegeben würde. Die Aufgabe des Comité hätte nur darin bestanden, von Zeit zu Zeit und in ängern Zwischenräumen die internationalen Prototype zu verificiren. Die Vergleichungen der Prototype sollten durch den Director geschehen, welcher zu diesen Arbeiten nur Copien der internationalen Prototype hätte benützen dürfen. Das zweite Projekt wollte also die Erstellung der neuen Urmasse ganz dem Conservatoire des arts et métiers überlassen, und von der Gründung einer permanenten wissenschaftlichen Institution, welchem die Lösung aller metrologischen Fragen obliegen sollte, völlig abstrahiren. Der eifrigste Verfechter dieses Projectes war der Delegirte Holland's (Bosscha), ausserdem General Morin, der Vorsteher des Conservatoire, welcher Portugal vertrat.

Der Präsident der Commission versuchte vergeblich, die Anhänger der beiden Projekte dazu zu bestimmen, sich auf ein einziges Projekt zu vereinigen. Eine Special-Commission von 3 Mitgliedern wurde zwar beauftragt, wenn möglich ein solches Project auszuarbeiten, aber die Ansichten waren zu sehr verschieden. Beide Gruppen arbeiteten neue Projecte aus, und die Anhänger der zweiten Gruppe gingen so weit, ein internationales Institut vorzuschlagen, welchem aber nur die Arbeit der ersten Vergleichung der Prototype zugewiesen worden wäre, während in einem besondern Artikel vorgesehen worden war, dass diejenigen Staaten, welche nach Abschluss der Arbeiten ein bleibendes metrologisches und internationales Institut beibehalten wollen, unter sich eine Separat-Convention zu diesem Zweck abschliessen können. Eine weitere Verständigung war von den Anhängern der beiden Projekte nicht zu erwarten. Da ergriff in der 6ten Sitzung vom 23. März auch der Präsident Dumas das Wort, während bisher die französischen Delegirten sich an der Discussion nicht betheiligt hatten (mit Aus-

nahme von Morin, dem Vertreter Portugals). Er theilte mit, dass seine Regierung, in Berücksichtigung des eminenten wissenschaftlichen Characters des metrischen Systems, welches sowohl im Interesse der Völker, die dasselbe adoptirten, als im Interesse der Wissenschaft stets auf der höchsten Stufe der Vollkommenheit zu erhalten sei, der Ansicht sei, dass das zu gründende Institut ein wissenschaftliches Institut ersten Ranges sein müsse. Dasselbe müsse bleibend sein, um nicht blos die bereits angefangenen Arbeiten vollenden zu können, sondern um auch alle diejenigen Arbeiten auszuführen, welche die Ausbreitung des metrischen Systems und die Fortschritte der metrologischen Wissenschaft verlange. Damit dasselbe auch wirklich den gestellten Anforderungen entsprechen könne, müsse dieses Institut international und neutral sein. Die französische Regierung erkläre sich daher als Anhänger des ersten Projectes.

Die beiden Projecte wurden nun der diplomatischen Conferenz unterbreitet, nachdem noch die Vertreter Belgiens, Frankreichs und Schwedens und Norwegens dem ersten Project zugestimmt hatten.

In der Conferenz referirte Dumas in ausgezeichneter Weise über die Berathungen der Special-Delegirten, indem er nach einem kurzen historischen Rückblick die beiden Projecte eingehend beleuchtete und die Vortheile des ersten Projectes klarlegte. Bei der Abstimmung ergab sich, dass 14 Staaten (ausser den früher genannten noch Brasilien, Argentinien, Peru und Venezuela) dem ersten Projecte zustimmten, und nur 2 Staaten (Holland und Grossbritannien) dem 2ten Project, während 4 Staaten (Dänemark, Griechenland, Portugal und die Türkei) sich das Protocoll offen behielten. Die Convention wurde unterzeichnet am 20. Mai 1875 durch 17 Staaten, indem nachträglich sich derselben noch anschlossen Dänemark, Portugal und die Türkei, während Brasilien später die Convention nicht ratificirte, so dass 16 Staaten schliesslich derselben beitraten.

Damit war die Gründung des internationalen Mass- und Gewichtsbüreaus beschlossene Sache, und um ja keine Zeit zu verlieren, wurde das in der Convention vorgesehene internationale Comité (bestehend aus 14 Delegirten) eingeladen, sofort in Function zu treten.

Es darf wohl hier hervorgehoben werden, welchen Antheil die Schweiz an der Gründung des internationalen Büreaus hat. Nicht nur hat der schweizerische Delegirte, Prof. Ad. Hirsch, im Jahr 1867 an der internationalen geodätischen Conferenz den eigentlichen Anstoss zur Gründung eines solchen Instituts gegeben, sondern er hat auch in den

verschiedenen Commissionen mit Energie, Geschick und grosser Wärme seine Ansichten vertheidigt. Er durfte um so fester für den internationalen Gedanken eintreten, als er sich in vollständiger Uebereinstimmung wusste mit dem hohen schweizerischen Bundesrathe, von welchem er die nöthigen Instructionen erhalten hatte. Aber auch der diplomatische Vertreter der Schweiz, Minister Dr. Kern, hat in die Verhandlungen mit starker Hand eingegriffen; in schwierigen und kritischen Momenten war er es, der die Geister wieder zu beruhigen und zu einigen suchte, und er hat sich dadurch wesentliche Verdienste um die Meter-Convention erworben. Das wurde denn auch von den Anhängern des ersten Projectes anerkannt, und dieser Anerkennung wurde Ausdruck gegeben in einer die Gefühle wärmsten Dankes aussprechenden Adresse, welche von den Special-Delegirten von Deutschland, Östreich, Belgien, Spanien, Italien, Norwegen, Russland und der Schweiz unterzeichnet ist.

Fügen wir hier noch bei, dass seither folgende Staaten der Meter-Convention vom 20. Mai 1875 beitraten: Serbien (1879), Rumänien (1882), Grossbritannien (1884) und Japan (1885), so dass gegenwärtig die Convention zwischen 20 Staaten (resp. 22, wenn Östreich-Ungarn und Schweden und Norwegen getrennt gezählt werden) abgeschlossen ist.

Die Grundzüge der Convention sind folgende:

Es wird auf gemeinsame Kosten in Paris ein internationales Mass- und Gewichtsbüreau errichtet, welches unter der Direktion eines internationalen Comités und unter der General-Conferenz für Mass und Gewicht steht, welche durch Delegirte aller beigetretenen Staaten gebildet wird. Präsident dieser Conferenz ist der jeweilige Präsident der Academie der Wissenschaften in Paris. Das Büreau hat folgende Aufgaben:

1. Die Vergleichungen der neuen Prototype des Meters und des Kilogramms.

2. Die Aufbewahrung der internationalen Prototype.

3. Die periodische Vergleichung der nationalen mit den internationalen Prototypen und der zugehörenden Normalthermometer.

4. Die Vergleichung der neuen Prototype mit den Urmassen derjenigen Länder, welche das metrische System nicht adoptirt haben.

5. Die Vergleichung der geodätischen Masstäbe.

6. Die Vergleichung solcher Präzisionsmasse, deren Vergleichung gewünscht wird, sei es durch Regierungen oder durch gelehrte Gesellschaften, sei es durch private Gelehrte.

Das Büreau besteht aus einem Director, 2 Adjuncten und den nöthigen Gehülfen. Die Prototype werden im internationalen Büreau deponirt und nur das internationale Comité hat Zutritt zu dem Dépôt. Die Kosten werden auf die beigetretenen Staaten vertheilt nach einer Scala, welche sich auf die Bevölkerungsziffer gründet. Neu beitretende Staaten haben einen vom Comité zu bestimmenden Beitrag zu leisten, welcher verwendet werden soll zum Unterhalt des wissenschaftlichen Materials.

Nach dem angehängten Reglement sollen die Kosten für den Bau und die Instrumente die Summe von Fr. 400,000 nicht übersteigen. Für die erste Periode, d. h. bis zur Ablieferung der Prototype beträgt das jährliche Budget Fr. 75,000, darf aber auf Fr. 100,000 gebracht werden, welche Summe auch bisher stets gewährt wurde. Für die folgende Periode soll das Budget auf Fr. 50,000 gebracht werden; nach dem Beschlusse der letzten General-Conferenz wird die erste Periode ihr Ende erst mit dem Jahr 1892 erreichen, weil die Endmeter noch nicht abgeliefert und diverse Nachbestellungen auf Prototype eingelangt sind. Es sollen ferner Unterhandlungen angebahnt werden, um auch in Zukunft das Budget auf Fr. 75,000 setzen zu können.

Die General-Conferenz soll sich wenigstens alle 6 Jahre einmal versammeln; in derselben hat jeder Staat 1 Stimme. — Das internationale Comité besteht aus 14 Mitgliedern, welche verschiedenen Staaten angehören, Präsident, Secretär und Director müssen ebenfalls verschiedenen Staaten angehören; im Falle von Vakanzen ergänzt sich das Comité selbst. Die Kosten werden in der Weise bestritten, dass die Bevölkerungszahl in Millionen mit der Zahl 3 multiplizirt wird für diejenigen Staaten, bei welchen das metrische System obligatorisch, mit der Zahl 2 für diejenigen, bei welchen dasselbe facultativ ist und mit der Zahl 1 für alle übrigen Staaten.

Das *internationale Comité* trat sofort in Function; es bestand aus den 12 Mitgliedern des frühern permanenten Comités und den 2 Mitgliedern, welche bei der Wahl des letztern am meisten Stimmen auf sich vereinigt hatten (Hirsch und Govi). Zum Präsidenten wurde General Ibañez, zum Secretär Hirsch gewählt. Das Comité trat seither alle Jahre zu einer Session zusammen, hatte aber namentlich im Anfang mit vielen Schwierigkeiten zu kämpfen. Um den Umfang seiner Arbeiten besser zu übersehen, und um Wiederholungen zu vermeiden, scheint es mir angemessen zu sein, die einzelnen Arbeiten nicht mehr

chronologisch aufzuzählen, sondern dieselben nach Materien geordnet zu besprechen.

A. *Personelles:*

Um einen ständigen Vertreter in Paris zu haben, wurde schon in der ersten Session beschlossen, ein Mitglied provisorisch mit den Functionen eines Directors zu betrauen, und die Wahl fiel auf den italienischen Delegirten Govi, welcher im folgenden Jahr definitiv zum Director des Büreau gewählt wurde, aber schon auf Ende 1877 wieder seine Demission erklärte. An seine Stelle trat provisorisch unser Landsmann Dr. Pernet, welcher vorher schon dem Institut wesentliche Dienste geleistet hatte; als Schweizer konnte er aber nicht, neben Dr. Hirsch als Secretär, definitiv gewählt werden. Es wurde daher im Jahr 1878 der Abgeordnete aus Norwegen, Dr. O. Broch, zum Director ernannt, welcher im Februar 1879 sein Amt antrat. Es würde hier zu weit führen, die Verdienste dieses Mannes alle aufzuzählen. Schon durch seine frühern Arbeiten, namentlich in Verbindung mit Stas, hatte er sich das Zutrauen seiner Collegen in vollem Masse erworben. Unter seiner Leitung wurden die Hauptarbeiten mit Energie an die Hand genommen und gefördert. Es sollte ihm leider nicht vergönnt sein, den Schluss der Arbeiten zu erleben. Er starb am 5. Februar 1889. Zu seinem Nachfolger wurde der bisherige erste Adjunkt, Dr. Benoit gewählt, welcher seit Beginn der Arbeiten dem Institut angehört hatte und sich wesentliche Verdienste namentlich auf dem Gebiete der Bestimmung der Ausdehnungs-Coefficienten verschiedener Körper und besonders der Prototype erworben hat.

Unter den Adjuncten und Mitarbeitern finden wir ausser Pernet noch die Schweizer Dr. Chappuis und Dr. Guillaume, welche beide schon längere Zeit dem Bureau angehören, und von denen der erstere nun zum ersten Adjuncten befördert worden ist.

B. *Gebäude und Einrichtungen.*

Nachdem Untersuchungen über die Festigkeit und die geologische Beschaffenheit des Bodens stattgefunden hatten, einigte sich das Comité dahin, den von der französischen Regierung angebotenen Platz des sogenannten Pavillon de Breteuil anzunehmen. Derselbe liegt im äussersten Südwesten des Parks von St. Cloud in der Nähe von Sèvres, am Ostabhang eines kleinen Hügels, und umfasst 2,51 ha. Auf diesem Platz befanden sich zur Zeit der Übernahme nur noch die Ruinen der frühern Gebäulichkeiten, welche bei Anlass der Belagerungen von Paris zerstört worden waren.

Es wurde nun beschlossen, an Stelle des alten Pavillons ein Gebäude zu errichten, welches nebst einem grossen Sitzungssaal und den verschiedenen Büreaux die Wohnung des Directors und der Adjuncten enthalten soll, zu welchem Zweck ausserdem ein kleineres Dependenzgebäude eingerichtet wurde. Das eigentliche Observatorium wurde auf der Westseite des Platzes errichtet. Dasselbe enthält eine Reihe geräumiger Säle, in welchen die Beobachtungsinstrumente auf besonders fundirten Pfeilern angebracht sind. Ausser den Beobachtungssälen, welche sämmtlich von oben ihr Licht erhalten, befinden sich im Gebäude noch mehrere Zimmer zu den gewöhnlichen physicalischen Arbeiten; eines derselben wurde speciell zu den Untersuchungen über das Luftthermometer und zu den Vergleichungen desselben mit dem Quecksilberthermometer eingerichtet. Die Ausführung sämmtlicher Bauten wurden dem Architekten Bouchot übertragen für eine Devissumme von Fr. 322,800, und die Arbeiten sollten am 1. Juni 1877 beendigt sein. Während des Baues, der ohnediess bedeutend verzögert wurde, zeigte es sich, dass in Folge verschiedener Umstände, worunter auch Krankheit des Architekten, die vom Comité aufgestellten Vorschriften nicht genügend beobachtet wurden, so dass sich das Comité im Jahre 1878 genöthigt sah, einen andern Architekten beizuziehen. Um einem langwierigen Process zu entgehen, einigte sich das Comité mit dem Architekten dahin, den Bau im damaligen Zustand zu übernehmen unter Reduction der ursprünglichen Devissumme um Fr. 26,910. —. Die weitere Arbeit übernahm nun der Neuenburger Architekt Perrier, welcher dem Comité als Berather zur Seite gestanden war, um die Summe von Fr. 84,000. — und führte dieselbe auch glücklich zu Ende. — Während der Session von 1878 wurden die Einrichtungen von einer Special-Commission eingehend besichtigt; sie sprach ihre vollständige Zufriedenheit über den Bau aus, so dass das Comité die Annahme der Gebäude unter bestem Dank an den Architekten, sowie an den provisorischen Director Pernet erklären konnte. Die Beobachtungssäle haben eine Höhe von 5 Meter, sind 9 Meter lang und 5 Meter breit.

Gleichzeitig mit dem eigentlichen Bau wurde auch die Frage der Heizung resp. Abkühlung der Beobachtungsäle erörtert und ausgeführt. Man glaubte sich damals auf die Erfahrungen der Normal-Aichungs-Commission in Berlin stützen zu sollen, und hielt es als unerlässlich, die Temperatur der Säle soviel wie möglich constant zu erhalten. Es wurden daher die Mauern der Säle mit doppelten Zinkwänden bekleidet,

zwischen welchen Luft circuliren sollte. Die bezüglichen Arbeiten wurden von Raoul Pictet & Cie. in Genf ausgeführt.

Die erste Anlage bestand aus einer Dampfmaschine von 6 Pferden, einer Kälteerzeugungsmaschine, um entweder zur Abkühlung der Luft oder zur Herstellung von Eis zu dienen (20 Kilogramm per Stunde); ferner 2 Ventilatoren für kalte und warme Luft u. s. w. Nachdem es sich herausgestellt hatte, dass die Circulation von Luft in den Zwischenräumen ungenügend sei, um den gewünschten Effect zu erzielen, entschloss man sich, hiezu Wasser zu verwenden, was eine theilweise Veränderung der Wände nöthig machte. Die Resultate waren sehr zufriedenstellend. So war es z. B. möglich, die Temperatur eines Saales an allen Stellen desselben in einigen Stunden von + 27 ° auf + 6 ° abzukühlen und diese Temperatur dauernd zu erhalten. Es war ferner möglich, in zwei aneinanderstossenden Sälen, im einen die Temperatur auf + 20 bis + 30° zu erhöhen, während sie im andern Saal auf nahezu + 1° erniedrigt werden konnte. Diese Temperaturen konnten während längerer Zeit bis auf 0,1° constant erhalten werden. Leider zeigten sich verschiedene Uebelstände, worunter der wichtigste, dass Heizung oder Abkühlung sehr kostspielig waren, so dass man in den letzten Jahren davon abgesehen hat, die Einrichtung noch ferner zu benützen, wohl auch ferner aus Rücksicht auf die Gesundheit der Beobachter.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass auch ein mechanisches Atelier für die Bedürfnisse des Büreau errichtet wurde.

C. Instrumente. Eine Hauptsorge des Comité war die Beschaffung der nöthigen Instrumente, welche einer besonderen Commission zur Vorberathung anvertraut war. Einem im 10. Bericht an die Regierungen der Vertragsstaaten über das Jahr 1886 enthaltenen, vollständigen Inventar entnehme ich folgende Angaben.

Das Institut besitzt 5 Längen-Comparatoren, nämlich:

1. Einen Comparator zur Vergleichung von Strichmetern unter sich. (Comparator Brunner).
2. Einen Comparator, System Wrede, zur Bestimmung der absoluten Ausdehnungs-Coefficienten von Strichmetern.
3. Einen Universal-Comparator, welcher zur Vergleichung von Stäben verschiedener Länge bis zu 2 m und zur Untersuchung von Theilungen dient. (Geschenk von M. Bischoffsheim in Paris).
4. Einen geodätischen Comparator, welcher zur Vergleichung von geodätischen Stäben bis zu 4 m Länge dient. Der Kasten,

in welchem die zu untersuchenden Stäbe liegen und welcher mit Wasser gefüllt wird, kann mit Hülfe einer Dynamomaschine bewegt werden, und diese speist gleichzeitig die electrischen Glühlampen zur Beleuchtung der Stäbe.

5. Ein Comparator zur Vergleichung von Endmetern (System Steinheil).

An *Wagen* besitzt das Büreau eine reiche Auswahl, darunter sind besonders zu erwähnen die nach dem System Arzberger von Rupprecht in Wien construirten Kilogrammwagen, bei welchen Vorrichtungen vorhanden sind, um aus einer Distanz von circa 4 m die Wage zu arretiren oder spielen zu lassen und die Gewichte auf den Schalen zu vertauschen, wobei also stets die Gauss'sche Methode der doppelten Wägung in Anwendung kommt. Ausserdem besitzt das Büreau eine Bunge'sche Kilogrammwage für die Wägungen im luftleeren Raum, ferner eine hydrostatische Wage von 2 kg Tragkraft und eine Anzahl kleiner Wagen, nebst den zugehörenden Normalbarometer, Thermometer und Hygrometer.

Von andern wichtigen Instrumenten müssen besonders noch erwähnt werden: der Fizeau'sche Apparat zur Bestimmung von Ausdehnungscoefficienten und ein Luftthermometer mit einem Reservoir von Platin-Iridium, welches etwas mehr als 1 l Luft hält. Mehrere dieser vorerwähnten Apparate sind in den «Travaux et mémoires du Bureau international», von welchen bis jetzt 6 Bände erschienen sind, näher beschrieben. Der Gesammtwerth des ganzen Inventars beläuft sich 1886 auf Fr. 237,745. 38. Es geht wohl schon aus diesen kurzen Andeutungen hervor, welch reiches Material in der kurzen Zeit von circa 10 Jahren aufgestellt wurde, wozu eben die Gründung eines internationalen Institutes nöthig war, da ein einzelner Staat wohl nicht im Stande gewesen wäre, derartige Opfer nur für die Zwecke der Metrologie zu bringen.

D. Prototype. Neben dem sorgfältigen Studium der vorerwähnten Apparate war die Hauptaufgabe des Comité und des Büreau die Mithülfe bei Herstellung der Prototype und die Vergleichung derselben. Hier waren die Schwierigkeiten ganz ausserordentliche, und es bedurfte der ganzen Energie der Mitglieder des Comité, um dieselben glücklich zu überwinden.

Wie schon früher erwähnt, hatte die franz. Section im Jahr 1874 einen grossen Block von Platin-Iridium im Gesammtgewicht von 250 kg hergestellt und begonnen, daraus eine Anzahl von Metern

herzustellen. Leider hatte sich das permanente Comité verleiten lassen, voreilig und ohne genaue Untersuchungen in chemischer und physicalischer Hinsicht angestellt zu haben, zu erklären, dass es den Prozess der Fabrication der Meter als vollständig gelungen betrachte, und dass es über die Eigenschaft der Stoffe völlig befriedigt sei. — So glaubte die französische Section nun ungesäumt die weiteren Arbeiten der Herstellung der Meter fortsetzen zu können. Zwar hatte Deville schon am 19. November 1874 der französischen Section mitgetheilt, dass die Dichte der Legirung zu gering sei und dass dieselbe nicht unbeträchtliche Mengen von Ruthenium und Eisen enthalte; er hatte aber auch angegeben, dass durch nochmaliges Schmelzen bei genügendem Luftzutritt diese beiden Metalle durch Oxydation entfernt werden könnten.

Durch die Sitzungsprotocolle hatte das internationale Comité Kenntniss von dieser Thatsache erhalten, und es beschloss daher auf den Antrag von Wild schon am 24. April 1875, der französischen Section mitzutheilen, dass die Vergleichung der Prototype unter keinen Umständen vor dem Frühjahr 1877 begonnen werden könne, und dass daher Zeit genug bleibe zum genauen Studium der Legirung, sowohl in Beziehung auf die physicalischen Eigenschaften derselben als auf deren chemische Zusammensetzung. Da trotz dieser Mittheilung die Arbeiten fortgesetzt wurden, so stützte sich das Comité auf die Zusatzbestimmungen der Convention, wonach dasselbe bei den Arbeiten der französischen Section mitzuwirken habe, und wünschte daher von derselben einen Bericht über den Stand der Arbeiten zu erhalten. Ferner ersuchte es um Zusendung zweier Stäbe im gegenwärtigen Zustande nebst 2 kleineren Stücken der Legirung (29. April 1876). Die Antwort des Vice-Präsidenten der französischen Section (General Morin, Mitglied des internationalen Comité) lautete, dass dieselbe es an der nöthigen Vorsicht fehlen lassen würde, wenn sie 2 Meter, welche vielleicht zu ganz speziellen Versuchen dienen würden, herausgäbe. Dieser förmliche Widerstand veranlasste das Comité, nachdem dasselbe noch einen Bericht von Deville über die chemische Zusammensetzung der Legirung verlangt und erhalten hatte, die ganze Angelegenheit der französischen Regierung zu unterbreiten. Obschon dieselbe bestimmte Weisungen ertheilte, beharrte die französische Section, resp. deren Vice-Präsident auf ihrem Widerstand. Es ist hier nicht am Platz, alle die weiteren Schreiben, welche noch gewechselt wurden, zu erwähnen.

Das Comite erhielt endlich die gewünschten Stäbe, sowie Stücke

der Legirung und beauftragte die Mitglieder Stas, Broch und Govi, im Verein mit Mitgliedern der französischen Section genaue Analysen und Untersuchungen der Legirung vorzunehmen. Eine weitere Folge der erwähnten Misshelligkeiten und des Einschreitens der Regierung war die Reorganisation der Section française, zu deren Präsidenten Dumas, Secretär der Academie der Wissenschaften, berufen wurde. Das Resultat der eingehenden Studien und Untersuchungen der Legirung war der Art, dass das Comité im October 1877 der französischen Regierung die Mittheilung machte, dass die Legirung von 1874 zu mangelhaft sei, um zu den Prototypen verwendet zu werden. Die bisherigen bedeutenden Arbeiten der französischen Section in Beziehung auf die Herstellung der Prototype wurden dadurch zum grössten Theil werthlos. Immerhin wurde später beschlossen, denjenigen Staaten, welche es wünschen sollten, Prototype des Meters aus der Legirung von 1874 zu liefern. Von diesen Metern gelangten bei der letztjährigen General-Conferenz 3 zur Austheilung.

Nachdem so eine Reihe von Jahren verflossen war, während welcher die Erstellung der Prototype keine Fortschritte machte, gelangten die Arbeiten nach dem im Jahr 1880 erfolgten Tod Morin's in ein anderes Stadium. Im Jahr 1881 wird eine Special-Commission bestehend aus Broch, Förster und Stas vom internationalen Comité, und Dumas, Cornu und Tresca von der Section française mit der Vergleichung eines neuen *X*-Stabes mit dem Archivmeter betraut. Die Vergleichungen wurden im Conservatoire des arts et métiers ausgeführt und zwar bei den Temperaturen 17,°82, 15,°46, 10,°03 und 4,°67, und die wahre Länge des provisorischen Meters bei 0° bestimmt zu 1 m + 0,006 mm. Ebenso war eine gemischte Commission (Broch, Stas, Dumas, Mouchez, Deville) mit der Vergleichung eines provisorischen Kilogramm-Etalons beauftragt worden, welche im Observatorium stattfand, und am 26. April 1882 wurden die beiden vorläufigen Prototype dem internationalen Büreau übergeben. Damit war das internationale Büreau im Besitz von authentischen Copien des Meters und des Kilogramms, welche nun zu allen weitern Arbeiten dienen konnten. Im gleichen Jahr wurde dem Comité Kenntniss gegeben von dem zwischen dem französischen Handels-Ministerium und der Firma Johnson, Matthey & Co. in London abgeschlossenen Vertrag betreffend die Lieferung von 30 Metern und 40 Kilogrammen aus reinem Platin-Iridium. Um die Reinheit der Legirung zu controlliren, ist in dem Vertrag bestimmt, dass auf je 20 kg der zur Mischung zu verwen-

denden Metalle je 2 Muster abzugeben seien an die Herren Stas und Debray, um von diesen genau analysirt zu werden, ebenso auch auf je 20 kg der Mischung. Die Länge der Stäbe wurde auf 1,20 m bestimmt, und an beiden Enden sollten dann nachher Stücke abgetrennt werden, um zu Dichtebestimmungen und zur Bestimmung des Ausdehnungs-Coefficienten verwendet zu werden. Die Massen der Kilogramme sollten ein Gewicht von 1,15 bis 1,2 kg haben. Die Preise wurden festgesetzt auf 2000 Fr. per kg (Stäbe und Kilogramme), ferner auf 2500 Fr. für die Erstellung jedes Stabes und 150 Fr. für die Erstellung jedes Kilogramms. Im Jahr 1884 lieferte die genannte Firma die 40 kg ab, von denselben wurden 5 beliebig ausgewählt zur Bestimmung der Dichte (um sich von der Homogeneität der Massen zu überzeugen); die Dichten waren

	21,5468
	5472
	5457
	5461
	5457
Mittel	21,5463,

d. h. nur ganz unwesentlich von einander verschieden. Die Analysen von Stas und Debray ergaben ebenfalls sehr befriedigende Resultate. Einige der Kilogramme zeigten aber bei den weitern Bearbeitungen Fehler, so dass 9 derselben zurückgegeben werden mussten. Die Arbeit des Polirens und Adjustirens wurde dem Mechaniker Collot übertragen, welcher sich zu diesem Zweck im internationalen Büreau selbst etablirte, so dass es möglich war, den Fortgang der Adjustirung stets zu controlliren. Als äusserste Fehlergrenze für die Gewichte wurde vom Comité $\pm$ 0,2 mg bestimmt, eine Grenze, welche dann freilich später etwas erweitert wurde. Von jedem einzelnen Gewicht wurde das specifische Gewicht genau ermittelt, dasselbe variirt bei den 40 kg zwischen 21,541 und 21,550.

Die Vergleichungen der einzelnen Kilogramme unter sich und mit dem provisorischen Prototyp geschah in folgender Weise: Je 2 Kilogramme wurden unter sich vier Mal verglichen und zwar auf einer der Rupprecht'schen Wagen. Eine solche vollständige Vergleichung nahm stets einen Tag in Anspruch, da man nach jeder Öffnung des Wagekastens längere Zeit warten musste, bis die Temperaturen wieder ausgeglichen waren. Die sämmtlichen 40 Kilogramme, denen noch 2 früher gelieferte Kilogramme beigefügt wurden, wurden in 6 Gruppen zu 7 Kilogrammen und in 7 Gruppen zu 6 Kilogrammen

getheilt, so dass jedes Kilogramm in 2 Gruppen vorkam. Die 7 resp. 6 Kilogramme einer Gruppe wurden nun in allen möglichen Combinationen unter sich verglichen, und endlich wurde jedes Kilogramm noch mit dem provisorischen Prototyp verglichen und die Abweichungen der einzelnen Kilogramme aus allen Vergleichungen abgeleitet. Die Wägungen wurden im lufterfüllten Raum vorgenommen unter Reduction der Wägungen auf den luftleeren Raum. Man erkennt leicht, wie gross die Arbeit der Vergleichung war. Durch die Bestimmung, dass die Arbeiten in einzelnen Gruppen ausgeführt werden sollten, hatte man eine beständige Controlle, und da jedes Kilogramm in 2 Gruppen vorkam, so sind auf diese Weise gleichsam alle Kilogramme untereinander verglichen worden, und es haben daher alle Prototype unter sich gleichen Werth, wenn sie auch nicht alle die gleiche Abweichung vom internationalen Kilogramm zeigen, da es ja nur darauf ankommt, diese Abweichung mit hinreichender Schärfe zu kennen. Nach dem Resultate aller dieser Arbeiten glaubte das Comité den wahrscheinlichen Fehler der resultirenden Abweichungen auf $\pm$ 0,005 mg setzen zu dürfen.

Unter diesen 40 kg wurde das Kilogramm Nr. 1, dessen Abweichung vom Archivkilogramm am kleinsten war, d. h. nur + 0,002 mg betrug, als internationales Prototyp des Kilogramms gewählt und von der General-Conferenz sanctionirt.

Bedeutend mehr Arbeit machte die Herstellung der *Meter*. Im Jahr 1885 wurden dem Comité die ersten 4 Meter, so wie sie aus den Händen des Constructeurs hervorgegangen waren, vorgelegt; dieselben waren aus den Abfällen der für die Kilogramme verwendeten Masse hergestellt worden.

Die grössten Schwierigkeiten bereitete die Herstellung des reinen Iridiums. Schon um die geringere Menge zu erhalten, deren man zur Anfertigung der Kilogramme bedurft hatte, war ein volles Jahr nöthig gewesen. Diese Schwierigkeiten wuchsen mit der grösseren Menge des erforderlichen Materials bedeutend an, und namentlich war es schwer, die letzten Spuren von Eisen und Rhodium zu entfernen. Nicht weniger als 11 aufeinanderfolgende Analysen waren nothwendig, bis endlich im October 1885 das Resultat der Analyse ein befriedigendes war. Die Legirung wurde im März 1886 gemacht, nachdem nach Vorschrift 2 Güsse bereits stattgefunden hatten. Um ja völlige Homogeneität zu sichern, hatte Matthey nach dem zweiten Guss die ganze Legirung in 5 gleiche Theile getheilt, von denen Bruchstücke der

chemischen Analyse unterworfen wurden. Jeder Theil wurde nun wieder in 3 gleiche Stücke zerschnitten, und nun wurde aus jedem der ursprünglichen 5 Theile je ein Stück genommen und diese 5 Stücke in einem Guss vereinigt. Die Barren wurden nun geschmiedet, dann zu quadratischen Stäben ausgewalzt, und durch weitere passende Walzen suchte man sich dem gewünschten Querschnitt zu nähern. Nachdem die Stäbe möglichst gerade gerichtet waren, kamen sie in die Hobelmaschine, um ihre definitive Form zu erhalten. Die letzten Stäbe konnten Anfangs des Jahres 1887 abgeliefert werden.

Unterdessen hatte das Comité Versuche gemacht über die Art und Weise, wie die Striche anzubringen seien. Es entschied sich dafür, an jedem Ende der Meter eine kleine längliche Fläche spiegelblank poliren und auf derselben die Striche anbringen zu lassen. Ausser den Strichen, welche die Länge des Meters bestimmen, wurden zu beiden Seiten derselben in der Entfernung von circa $^1/_2$ mm noch je ein Strich gezogen. Die Arbeit wurde durch Ingenieur G. Tresca im Conservatoire des arts et métiers ausgeführt. Die Striche wurden auf dem hiezu bestimmten Comparator mit Längsverschiebung mit Hülfe eines Diamantstichels ausgeführt und zwar die Striche aller Meter mit demselben Diamanten. Da ausserdem die Striche sämmtlich auf gleiche Weise gezogen wurden (mit Hülfe eines genau adjustirten Gewichts), so erhielten die Striche aller Meter gleiche Breite, welche zwischen 6 und 8 μ variirt. Die beiden Längsstriche, durch welche die Axe des Stabes bestimmt wird, sind etwas breiter.

Die Operationen im internationalen Büreau begannen mit der Bestimmung des Ausdehnungs-Coefficienten eines beliebig gewählten Stabes Nr. 6; die absolute Ausdehnung wurde bei 40 verschiedenen Temperaturen zwischen 0° und 38° bestimmt, mit Hülfe eines andern Stabes, dessen Temperatur auf 18°,1 constant erhalten wurde. Es ergab sich der Ausdehnungs-Coefficient zu $0{,}000008593 + 1{,}22\,t$. Die Bestimmung desselben Coefficienten mit Hülfe des Fizeau'schen Apparates zwischen 0 und + 85° ergab $0{,}000008608 + 2{,}17\,t$, also das Mittel $0{,}000008600 + 1{,}70\,t$.

Zur Controlle wurden nun noch eine Reihe relativer Bestimmungen gemacht, indem man den Stab mit 4 weitern Stäben verglich, deren Coefficient früher genau ermittelt worden war. Wird die Verlängerung des Stabes Nr. 6 berechnet, erstens nach den directen Bestimmungen und zweitens nach den Vergleichungen mit den 4 Stäben, so erhält man

	direct	indirect
	μ	μ
0 bis 5°	43,04	43,00
— 10	86,17	86,11
— 15	129,38	129,33
— 20	172,68	172,64
— 25	216,06	216,05
— 30	259,53	259,56
— 35	303,08	303,20

und es findet demnach eine schöne Uebereinstimmung statt, so dass schliesslich der Ausdehnungs-Coefficient zu 0,000008600 + 1,70 t adoptirt wurde, wenn die Temperatur bezogen wird auf die Quecksilberthermometer in Hartglas. Auf die Angaben des Wasserstoffthermometers reducirt ergibt sich derselbe zu 0,000008651 + 1,00 T.

Die Ausdehnung aller übrigen Stäbe wurde ermittelt durch indirecte Vergleichung mit dem Stab Nr. 6 bei 8 verschiedenen Temperaturen, nämlich bei circa 0, 11, 22, 33, 38, 27, 16, 5°. Die Coefficienten variiren zwischen 0,000008581 und 0,000008623, sind also alle nahezu gleich.

Die Vergleichungen der sämmtlichen 30 Stäbe wurden in ähnlicher Weise vorgenommen, wie es oben bei den Kilogrammen angegeben wurde. Die Stäbe wurden in 5 Gruppen zu 6 und 6 Gruppen zu 5 abgetheilt, und die Stäbe einer einzelnen Gruppe in allen möglichen Combinationen unter sich, alle ausserdem mit dem provisorischen Prototyp verglichen. Aus den Vergleichungen ergab sich, dass der Stab Nr. 6, welcher zur Bestimmung der absoluten Ausdehnung gewählt worden war, zufälliger Weise derjenige war, welcher dem Archivmeter am nächsten kam (die Abweichung ist eine ganz unbedeutende und beträgt höchstens 0,1 μ), und es wurde daher dieser Stab als neues internationales Meterprototyp bestimmt.

Da nach den frühern Beschlüssen jeder Stab mit dem internationalen Prototyp direct verglichen werden musste, so mussten alle Stäbe, welche noch nicht mit Nr. 6 verglichen waren, neuerdings mit demselben verglichen werden. Aus allen diesen Vergleichungen wurden endlich die wahren Werthe der einzelnen Stäbe abgeleitet. Ausserdem wurden von einer Anzahl von Stäben die Endstücke einer Bestimmung der Ausdehnung durch den Fizeau'schen Apparat unterworfen. Endlich wurden noch die Entfernungen der Hülfsstriche bei jedem Stab ermittelt, so dass jedes Prototyp nicht nur die wahre

Länge des Meters ergibt, sondern ausserdem noch 2 genau bestimmte Millimeter enthält.

Der mittlere Fehler der Abweichungen wurde vom Comité nach den Rechnungsresultaten bestimmt auf $\pm$ 0,0002 mm. Die grösste Abweichung vom wahren Werth des Meters beträgt 0,0028 mm.

Gestützt auf die hievor mitgetheilten Resultate konnte das Comité den Zusammentritt der internationalen Meter-Conferenz auf letzten Herbst veranlassen. Dieselbe wurde am 24. Sept. 1889 durch den Minister des Auswärtigen Herrn Spuller eröffnet, welcher mit Recht seine Eröffnungsrede mit der frühern Inschrift der Metermedaille schliessen konnte: «A tous les temps, à tous les peuples»; war doch an der Versammlung auch das ferne Japan vertreten. Die Conferenz war von 18 Staaten beschickt (nur Peru, Serbien, die Türkei und Venezuela waren nicht vertreten). Die Schweiz war vertreten durch Minister Lardy, Dr. Hirsch und den Berichterstatter. Die Conferenz hatte hauptsächlich den Zweck, die neuen Prototype zu sanctioniren. Den Mitgliedern war vorher ein kurzer Bericht über die Arbeiten übergeben worden. Die Sanction erfolgte einstimmig.

Durch diese Sanction wurden Meter Nr. 6 und Kilogramm Nr. 1 als die eigentlichen Urmasse des Meters und des Kilogramms bezeichnet, deren Länge bei 0° und deren Gewicht im leeren Raum nun die für die Zukunft allein massgebenden Masse sind. Die bisherigen Urmasse der Archive haben ihre frühere Bedeutung verloren und haben daher gewissermassen nur noch einen historischen Werth. Es steht wohl ausser Zweifel, dass auch Holland, welches in den Jahren 1879/80 zwei Platin-Iridiumstäbe mit dem Archivmeter direct vergleichen liess, die neuen internationalen Prototype anerkennen wird. Ausserdem besitzen aber eine grosse Anzahl von Staaten Prototype des Meters und des Kilogramms, welche alle unter sich und mit den eigentlichen Urmassen verglichen und deren Abweichungen mit grösstmöglichster Schärfe bestimmt sind, so dass es nicht mehr vorkommen kann, dass Normalmeter aus verschiedenen Ländern von einander abweichen, wie es früher der Fall war. Die Kosten der Prototype belaufen sich für den Meter auf Fr. 10173. — und für das Kilogramm auf Fr. 3105. —

Unsere historische Darstellung wäre aber eine unvollständige, wenn nicht noch der *thermometrischen Arbeiten* Erwähnung gethan würde. In der That, wenn die Länge der Meter bis auf 0,2 μ verbürgt sein soll, so muss die Temperatur mindestens bis auf 0°,02 genau bekannt sein. Es wurden daher von Anfang an gründliche

Studien zunächst über Quecksilberthermometer ausgeführt, in erster Linie durch Dr. Pernet, welcher sich schon vorher eingehend mit den Untersuchungen von Thermometern befasst hatte, dann durch die Adjunkten Marek und Benoit und endlich durch Chappuis und Guillaume. Die Untersuchungen erstreckten sich zunächst auf die Bestimmung der Fixpunkte und die Methoden, den Einfluss der Veränderungen derselben zur Bestimmung der Temperatur zu eliminiren. Diese Veränderlichkeit der Lage der Fixpunkte ist längst bekannt, auch bei alten Thermometern beobachtete man noch immer ein stetiges, wenn auch langsames Steigen des Nullpunktes. Aber erst durch eingehende Untersuchungen der neuern Zeit wurde deutlich nachgewiesen, dass das Material des Glases, aus welchem das Thermometer besteht, von wesentlichem Einfluss ist. Namentlich wurde gefunden, dass diejenigen Glassorten, welche Kalium und Natrium in nahezu gleichen Mengen enthalten, bedeutend grössere Variationen, und auch eine bedeutendere Depression des Nullpunktes unmittelbar nach einer Siedepunktsbestimmung zeigen, als Glassorten, welche nur das eine oder andere dieser Metalle vorwiegend enthalten. Es sind in dieser Beziehung nicht bloss Studien in Breteuil gemacht worden, sondern ebenso in Berlin durch Wiebe und Weber und in Jena durch Abbe und Schott. Das sogenannte Jenaer Normalglas, welches in Deutschland in neuerer Zeit zur Construction von Thermometern verwendet wird, enthält nach Wiebe

Kieselsäure	67,5	Theile
Natron	14	„
Kali	—	„
Zinkoxyd	7	„
Kalk	7	„
Thonerde	2,5	„
Borsäure	2	„
	100	Theile

Das französische Hartglas, wie dasselbe von Tonnelot verwendet wird und welches zu den vom internationalen Büreau ausgegebenen Thermometern dient, enthält

Kieselsäure	71,5	Theile
Schweflige Säure	0,7	„
Aluminium	1,4	„
Kalk	14,5	„
Soda	11,0	„
Potasche	0,4	„
	99,5	Theile

Beide stimmen darin überein, dass sie Kalium gar nicht oder nur in verschwindend kleinen Mengen enthalten.

Die mannigfaltigsten Untersuchungen, welche im Büreau international mit Thermometern von Tonnelot angestellt wurden, haben ergeben, dass man bei richtiger Behandlung und gründlicher Untersuchung solcher Instrumente im Stande ist, Temperaturen bis auf die Genauigkeit von einigen Tausendstel Grad zu ermitteln. Die Depression des Nullpunktes unmittelbar nach Bestimmung des Siedepunktes beträgt kaum $0^{0},1$, während dieselbe bei bleihaltigen Gläsern bis auf $0^{0},3$ bis $0^{0},4$ ansteigt. Allerdings erfordert die Vorprüfung eine bedeutende Zeit, und es wurde daher auch im Büreau eine specielle Section für Thermometrie eingerichtet, welche nach dem Weggang von Dr. Pernet durch Dr. Guillaume geleitet wurde.

Die Thermometer wurden zunächst sorgfältigst calibrirt, durch Abtrennen von Quecksilberfaden verschiedener Länge, welche mühsame und zeitraubende Arbeit meist von Assistentinnen ausgeführt wurde. Die Zahl der Ablesungen für eine vollständige Calibrirung beträgt 956. Der Calibrirung ging stets noch voran eine Untersuchung der Theilung, welche eine durchaus gleichmässige sein soll. Aus den nach den Methoden von Marek und Thiesen berechneten Resultaten der Calibrirung wurden auf graphischem Weg die Zwischenwerthe von 0,1 zu $0,1^{0}$ abgeleitet.

Für jedes Thermometer wurde ferner der Einfluss der Pression bestimmt, wobei zu unterscheiden sind der äussere und der innere Druck. Der Einfluss der Variationen des äussern Druckes wurde ermittelt, indem man das ganze Thermometer in eine Röhre brachte, welche abwechselnd mit der äussern Luft und mit einem Recipienten einer Luftpumpe in Verbindung gesetzt werden konnte, wobei als Normaldruck derjenige von 760 mm angenommen wurde. Nach den Untersuchungen Guillaume's ist der Pressions-Coefficient für 1 mm Quecksilbersäule bei den Tonnelot'schen Thermometern $0^{0},00010$ bis $0^{0},00013$. — Der innere Druck besteht aus dem Druck der Quecksilbersäule, wird also um so grösser, je höher die zu bestimmende Temperatur ist. Bei den Thermometern, welche den internationalen Prototypen beigegeben wurden, beträgt die Pression bei 100^{0} ungefähr $0^{0},07$. Der Pressions-Coefficient für innern Druck kann aus demjenigen für äussern Druck durch Rechnung abgeleitet werden.

Von grosser Wichtigkeit ist die Bestimmung des Fundamentalabstandes. Für die nationalen Thermometer wurde diese Bestimmung

5 Mal ausgeführt und zwar so viel als möglich während eines Zeitraumes von mehreren Monaten. Zu diesem Zweck wird der Siedepunkt und unmittelbar darauf der Eispunkt bestimmt. Die einzelnen Bestimmungen stimmen untereinander sehr gut überein, und der Fehler des Mittels wurde auf $\pm$0,001 bis $\pm$0,002 bestimmt. Da für alle durch das Büreau studirten Thermometer die genauen Reductionstafeln mitgetheilt werden, so können mit solchen Thermometern die Temperaturen mit Sicherheit ermittelt werden, und dieselben sind mindestens auf 0,01° verbürgt.

Bekanntlich dehnt sich das Quecksilber nicht regelmässig aus. Offenbar sollte 1° 0,01 der Temperaturerhöhung vom Eispunkt zum Siedepunkt entsprechen; theilt man daher bei einem genau cylindrischen Quecksilberthermometer den Abstand zwischen 0 und 100 in 100 genau gleiche Theile, so müssen die Theile etwas abweichend von 1° sein. Aus diesem Grund hat man bei physikalischen Messungen schon lange angefangen, Luftthermometer zu verwenden. Das internationale Büreau beschäftigte sich denn auch sehr eingehend mit der Untersuchung von Luftthermometern. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Gase in absolut reinem Zustand in das Reservoir des Luftthermometers bestehend aus einem langen Gefäss von Platin-Iridium gebracht, dessen Volumen etwas grösser als 1 l war und die Temperaturen unter Berücksichtigung der nöthigen Correctionen mit Hülfe eines Manometers ermittelt.

Es ergab sich, dass die verschiedenen Gase sich nicht gleich verhalten, dass die Ausdehnung der Kohlensäure der Ausdehnung des Quecksilbers am nächsten komme, während Stickstoff und noch mehr Wasserstoff sich mehr von demselben entfernen. Die grössten Abweichungen betragen für Kohlensäure bei 35° — 0°,049, für Stickstoff bei 40° — 0,097 und für Wasserstoff bei 40° — 0°,107. Da nun angenommen werden darf, dass die Ausdehnung derjenigen Gase, welche am weitesten von ihrem flüssigen Zustand entfernt sind, am regelmässigsten sei, und sich am ehesten der oben definirten absoluten Thermometerscala nähern, so fasste das Comité schon am 15. October 1887 den Beschluss:

Als normale Thermometerscala wird für die Arbeiten des internationalen Büreau angenommen die 100theilige Scala des Wasserstoffthermometers, dessen Fixpunkte sind die Temperatur des reinen schmelzenden Eises und diejenige der Dämpfe von destillirtem siedendem Wasser unter dem Normaldruck einer Atmosphäre, wenn der

Wasserstoff unter einem anfänglichen Druck von 1 m Quecksilbersäule oder 1,3158 des Normaldruckes steht.

In Folge dieses Beschlusses wurden die nöthigen Reductionstafeln erstellt, welche gestatten, die Angaben eines genau studirten Quecksilberthermometers aus Hartglas auf die angenommene Normalthermometerscala zu reduciren. Gestützt auf diese ausführlichen Arbeiten und um dieselben auch auf anderm Gebiete zu verwerthen, wandte sich im Jahr 1888 das internationale meteorologische Comité an das internationale Comité für Mass und Gewicht mit dem Gesuch, die nöthigen Einrichtungen zu treffen, damit auch die Normalthermometer aus Alkohol, welche den meteorologischen Centralbureaux der verschiedenen Staaten gehören, mit dem Wasserstoffthermometer verglichen werden können bis zu —70°. Dadurch würde es möglich, auch in der Meteorologie genau vergleichbare Resultate zu erhalten, was gegenwärtig unmöglich ist. Das Comité beschloss, auf den Wunsch des meteorologischen Comité einzugehen, und es werden nun wohl bald auch genau bestimmte Thermometer für diese Temperaturen zu erhalten sein.

Aus dieser kurzen historischen Uebersicht, in welcher selbstverständlich nur die wichtigsten Beschlüsse und Arbeiten berücksichtigt werden konnten, geht wohl zur Evidenz hervor, dass die Errichtung eines internationalen Büreaus für Mass und Gewicht von sehr hoher Bedeutung war. Nicht nur verdanken wir demselben auf das Sorgfältigste construirte Urmasse, welche unter einander so genau, als es der heutige Stand der Wissenschaft und der Technik gestattet, mit den eigentlichen Urmassen sowohl als unter sich verglichen sind, sondern das internationale Büreau hat sich auch bedeutende Verdienste erworben um die Wissenschaft überhaupt, durch die so eingehenden Studien auf dem Gebiete der Thermometrie. Wir bewundern die unermüdliche Arbeitskraft derjenigen, welchen die so mühsamen und anstrengenden Arbeiten der Vergleichungen anvertraut waren und welche sie mit so grossem Erfolg zu Ende führten. Aber nicht blos den eigentlichen Beobachtern gebührt unser Dank, sondern ebensosehr den Mitgliedern des Comité, sowie den Mitgliedern der französischen Section, welche nicht etwa blos den Sitzungen beiwohnten, sondern auch zu Hause sich mit den verschiedensten Fragen beschäftigten, dieselben auf's Sorgfältigste studirten, und über viele besondere schriftliche Mittheilungen verfassten, welche von dem hohen wissenschaftlichen Interesse zeugen, welches die Verfasser allen diesen Fragen dar-

brachten. Und endlich sind die Verdienste des Präsidenten und Secretärs des Comité, General Ibañez und Dr. Hirsch, besonders hervorzuheben, welche von Anfang an und in den schwierigsten Zeiten dem Comité ihre so wichtigen Dienste leisteten und durch ihre Umsicht, ihre Energie, ihr Festhalten an dem, was sie als nothwendig im Interesse der Wissenschaft erkannt, sehr viel dazu beigetragen haben, die Arbeiten zu fördern.

Hoffen wir, dass auch die Schweiz bald durch Erstellung des so nothwendigen Baues für die Eichstätte in der Lage sei, von den Prototypen Nutzen zu ziehen.

Dr. Henri Stauffer.

ÉTUDE

SUR LA

QUANTITÉ DES COURANTS D'INDUCTION

EMPLOYÉS EN

ÉLECTROTHÉRAPIE.

Le rôle de plus en plus considérable que joue dans ces dernières années l'électricité au point de vue thérapeutique, a engagé les médecins à se servir, eux aussi des unités de mesure scientifiques employées par les physiciens. Ces mesures, définitivement adoptées au congrès d'électricité tenu à Paris en 1881 sont maintenant d'un emploi journalier et ont remplacé celles quelque peu arbitraires dont on se servait jusqu'alors. Elles nous permettent de donner un caractère toujours plus scientifique aux observations se rapportant aux effets de l'électricité.

Nous mesurons, en électrothérapie, la force électro-motrice en Volts, la résistance en Ohms, l'intensité des courants en Ampères, ou plutôt en Milliampères; dans les applications de l'électrolyse on pourrait même tenir compte de leur quantite, c'est-à-dire du produit de l'intensité par le temps, et l'exprimer en Coulombs ou fractions de Coulomb. Quand nous faisons usage des décharges de condensateurs, nous nous servons encore d'une cinquième unité, celle de capacité: le Microfarad.

Ces différentes unités n'ont été cependant appliquées qu'aux courants galvaniques, ou qu'aux décharges de condensateurs. Les courants d'induction, dont nous nous servons plus fréquemment encore en thérapeutique, n'ont pas été mesurés jusqu'à présent d'une manière exacte, et pourtant, le besoin d'avoir une graduation rigoureuse se fait vivement sentir. En effet, on emploie souvent les courants faradiques dans un but diagnostique pour déterminer exactement la diminution ou l'exagération pathologiques de l'excitabilité, et il est évident qu'il ser. il précieux de pouvoir mesurer d'une manière précise et scientifique les courants excitateurs.

Rappelons en quelques mots les qualités physiques spéciales à ces courants.

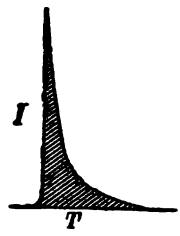


Fig. 1.

On sait que les courants faradiques ont une durée excessivement courte, et n'arrivent jamais à l'«état permanent»; les décharges d'induction sont continuellement en «état variable»; leur intensité maximale, qui est probablement*) proportionnelle à leur force électro-motrice et inversement proportionnelle à la résistance du circuit, ne garde pas un instant sa valeur primitive; le potentiel baisse successivement et la décharge peut être représentée graphiquement par une courbe asymptotique (Fig. 1), qui se rapproche de l'abscisse sans jamais l'atteindre.

Il en est de même des décharges de condensateurs. Ici, comme pour les courants d'induction, une quantité *déterminée* d'électricité, s'écoule sous un potentiel initial *déterminé*, qui ne se renouvelle pas, comme dans la pile, dans laquelle la tension est maintenue constante par le travail chimique de l'élément.

Au début de la décharge, le courant atteint une intensité maximale proportionnelle à la force électromotrice; une certaine quantité s'écoule, le niveau électrique baisse, et, dans l'espace de temps suivant, le potentiel étant moins élevé, le flux électrique est plus lent. La tension baisse constamment: très-rapidement au début, moins vite dans la suite, et très-lentement vers la fin.

Au moyen d'une formule employée par les techniciens dans leurs recherches sur la capacité des câbles, on peut, si l'on connaît:

1° La tension en volts de la batterie de charge,

2° la capacité en microfarads des condensateurs, et

3° la résistance totale du circuit,

calculer la durée de la décharge et construire graphiquement la courbe qui la représente. Cette formule est: $T = 2{,}303 \times F \times R \log \frac{V}{v}$; 2,303 représentant le rapport constant des logarithmes népériens aux logarithmes vulgaires, F la capacité en Microfarads, R la résistance en Ohms, V le potentiel initial, et v le potentiel à un moment quelconque de la décharge.

Il est à remarquer que la durée de la décharge représentée par une courbe asymptotique étant infinie, on ne peut la calculer jusqu'au

*) Des travaux récents tendent à mettre en doute l'exactitude des lois de Ohm pour les courants d'induction de tension élevée. — Voir à ce sujet: *Kratewitsch:* Ueber die Anwendung der Ohm'schen Gesetze auf die inducirten Ströme, im Repertorium der Physik, 25. Band, 1889.

potentiel 0, mais on doit se contenter de la faire jusqu'à un potentiel inférieur quelconque.

Si nous supposons par exemple que la capacité d'un condensateur F est de 0,007 Microfarad, la résistance du circuit 5000, le potentiel V = 70 Volts, et v = 5 Volts, on trouvera alors que la tension initiale de 70 Volts tombe de

70	à	65	Volts	en	2,594	Millionièmes	de seconde.
65	„	60	„	„	2,801	„	„ „
60	„	55	„	„	3,045	„	„ „
55	„	50	„	„	3,336	„	„ „
50	„	45	„	„	3,688	„	„ „
45	„	40	„	„	4,123	„	„ „
40	„	35	„	„	4,674	„	„ „
35	„	30	„	„	5,396	„	„ „
30	„	25	„	„	6,382	„	„ „
25	„	20	„	„	7,811	„	„ „
20	„	15	„	„	10,070	„	„ „
15	„	10	„	„	14,193	„	„ „
10	„	5	„	„	24,102	„	„ „
				Total:	92,215		

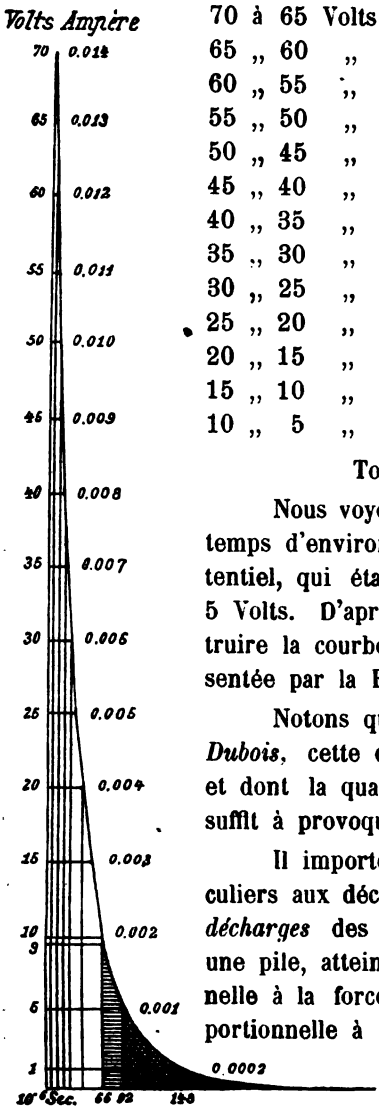


Fig. 2.

Nous voyons donc que, dans le court espace de temps d'environ 92 millionièmes de seconde, le potentiel, qui était au début de 70 Volts est tombé à 5 Volts. D'après ces chiffres, il est facile de construire la courbe de la décharge. Celle-ci est représentée par la Figure 2.

Notons que d'après les recherches du Docteur *Dubois*, cette décharge dont la durée est si courte, et dont la quantité n'atteint pas 0,5 Microcoulomb, suffit à provoquer la contraction musculaire.

Il importe de bien saisir les caractères particuliers aux décharges et la différence qui sépare les *décharges* des *courants :* Le *courant,* fourni par une pile, atteint rapidement une intensité proportionnelle à la force électromotrice et inversement proportionnelle à la résistance du circuit, et se maintient à cette intensité aussi longtemps qu'il reste fermé. On peut le com-

parer à l'écoulement d'une colonne d'eau contenue dans un vase, le niveau étant maintenu constant par un tuyau d'afflux (Fig. 3). Pour ces courants constants, la *quantité* est directement proportionnelle à l'intensité (I), et à la durée (t), et est représentée par la formule : $Q = I\,t$.

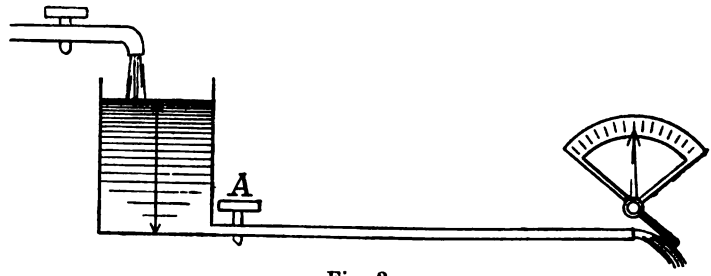


Fig. 3.

Par contre dans les décharges de condensateurs, le potentiel ne se maintient pas à un niveau constant ; la quantité diminue par le fait même de l'écoulement d'électricité et l'intensité varie d'un instant à l'autre suivant une courbe différentielle. La quantité n'est plus simplement le produit de $I \times t$, mais elle est un produit différentiel suivant la formule $\int I\,d\,t$*).

Cette courbe de décharges de condensateurs représente aussi une décharge d'induction, par exemple celle du courant d'ouverture, à supposer, que rien ne vienne modifier la forme de la courbe, c'est-à-dire que rien ne s'oppose à l'ascension brusque du courant. Nous verrons que les appareils d'induction ne réalisent nullement cette condition.

Tant pour les décharges de condensateurs, dont nous avons donné la courbe, que pour les courants d'induction qui leur ressemblent, on ne peut donc parler d'intensité dans le sens propre du mot, ni l'évaluer par exemple en Ampères ; l'on peut, par contre, mesurer facilement à l'aide du galvanomètre la *quantité* du courant, c.-à.-d., le *produit de son intensité par sa durée.*

On s'est servi de ce procédé à diverses reprises: le professeur *Fick* (de Zürich) a déjà gradué autrefois ses appareils d'induction d'après les déviations du galvanomètre**) et depuis lors, nombre de

*) Dr. *Dubois*, Privat-Docent à Berne: Untersuchungen über die physiologische Wirkung der Condensatorenentladungen (in «Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft». Bern 1888).

**) *Fick:* Untersuchungen aus dem physiologischen Cabinet der Zürcher Hochschule. Wien 1869.

physiologistes ont suivi son exemple, en se servant de méthodes analogues. Nous voyons même maintenant des constructeurs comme *Gaiffe* fils à Paris livrer au public médical des appareils qui sont munis d'une échelle exprimant les quantités en Microcoulombs*).

Nous avons à examiner la valeur théorique et pratique d'une graduation basée sur la déviation galvanométrique, et nous sommes obligés pour cela d'entrer dans certains détails, connus du reste, sur la nature des courants d'induction et de déterminer quels sont les facteurs importants qui en augmentent la quantité ou font varier l'effet physiologique.

La quantité d'un courant d'induction dépend:

1° De l'intensité du courant galvanique inducteur.

2° Du nombre plus ou moins considérable des tours de fil dont se composent les bobines primaire et secondaire.

3° Du degré d'emboîtement de ces deux bobines: le maximum de courant étant atteint quand l'emboîtement est complet.

4° De l'absence ou de la présence du noyau de fer doux dans l'intérieur de la bobine primaire.

5° De la résistance totale du circuit induit.

Tous ces facteurs influent sur la *quantité* du courant, et il est facile d'en constater les variations au galvanomètre balistique.

Par contre, l'action physiologique peut être modifiée profondément par des procédés qui ne font nullement varier la *quantité*, mais qui changent la forme de la courbe représentant la décharge. A quantité égale, un courant d'induction peut avoir, soit une haute tension (ou en fonction de la résistance une haute intensité maximale), et une courte durée, soit une tension faible et une durée plus longue. Le produit $Q = \int I\,d\,t$ peut rester le même dans les deux cas, et pourtant l'effet physiologique est totalement différent.

Le plus ou moins de brusquerie dans la fermeture ou la rupture du courant du circuit inducteur modifie considérablement la forme de la courbe: plus la rupture est franche, plus le courant d'ouverture a de tension. La présence ou l'absence d'un circuit voisin dans lequel peuvent naître des courants d'induction, agit d'une manière analogue, car l'on sait qu'on peut faire varier l'effet physiologique du courant primaire (extra-courant), par l'emboîtement d'une bobine secondaire dont le circuit est fermé.

---

*) Voir: Rapport sur l'Electrophysiologie fait par *M. d'Arsonval* au congrès des électriciens de 1889 à Paris, in «l'Electrothérapie», Numéro de Novembre 1889.

On emploie aussi comme moyen de graduation le tube de cuivre de *Duchenne* que l'on introduit entre la bobine inductrice et la bobine induite.

Ces procédés ne font pas varier l'effet galvanométrique des courants, mais ils influent profondément sur leurs effets physiologiques.

Les appareils d'induction employés par les médecins dans un but thérapeutique sont extrêmement variés: les uns sont construits sur le modèle du chariot de *Dubois-Reymond,* mais composés de bobines très-différentes, et dont le degré plus ou moins complet d'emboîtement servira à augmenter ou à diminuer l'effet physiologique. Pour d'autres, la graduation de l'action physiologique se fait par le déplacement du noyau de fer doux, ou par l'introduction du tube de *Duchenne.* Il est évident que, dans ces conditions, il est difficile de comparer entre eux ces divers appareils construits sur des modèles si différents; et qu'il est impossible, même en faisant usage des instruments de mesure exacts (galvanomètre balistique), d'arriver à une graduation, même approximative.

Nous n'en citerons qu'un exemple: Avec les appareils dans lesquels la graduation est obtenue par l'emboîtement plus ou moins complet des bobines, les déviations galvanométriques, comme du reste les effets physioloqiques diminuent avec l'écartement: il est donc possible de les graduer d'après l'amplitude de ces déviations. Par contre, nous ne pouvons graduer au galvanomètre un appareil d'induction dont l'action physiologique est modifiée par l'introduction du tube de cuivre de Duchenne: que le tube soit introduit tout-à-fait ou retiré complètement, la déviation galvanométrique reste la même, et pourtant l'effet physiologique est trés-différent. La présence du tube, comme nous l'avons vu plus haut ne fait que modifier la forme de la courbe et diminue l'intensité en augmentant la durée du courant: le produit, c'est-à-dire la quantité, restant le même.

Ce n'est donc que pour les appareils à chariot que l'on peut tenter la graduation au galvanomètre.

Quelques mots sur ce dernier instrument et sur l'emploi qu'on en fait pour mesurer les courants d'induction:

Sous influence d'un courant galvanique qui, en vertu de sa force électro-motrice constante, garde, aussi longtemps qu'il est fermé, son intensité maximale, le galvanomètre dévie d'une manière permanente, et l'intensité se mesure, dans les conditions ordinaires, par la tangente

de l'angle de déviation. Par contre, les courants d'induction, de même qu les décharges de condensateurs (courants d'une durée excessivement courte), ne peuvent produire des déviations permanentes; ils n'impriment à l'aiguille qu'un choc excessivement court. et la physique démontre que la *déviation maximale* de l'aiguille mesure *la quantité du courant.*

Cette quantité est, dans ce cas, proportionnelle au sinus du demi-angle, ou, pour des déviations aussi petites que celles auxquelles nous avons généralement affaire, proportionnelle à l'angle lui-même.

Cette loi n'est vraie cependant, que lorsque la durée de ces courants est excessivement courte par rapport à la durée d'oscillation du galvanomètre; celui-ci doit avoir un aimant d'un certain poids, être doué d'une certaine inertie, et dépourvu d'«amortisseurs». Un galvanomètre de ce genre porte habituellement le nom de *galvanomètre balistique.*

Constatons ces faits avec un appareil d'induction quelconque: prenons par exemple celui qui nous a servi dans la plupart de nos expériences:

C'est un appareil de *Reiniger* construit sur le modèle du chariot de *Dubois-Reymond.*

La bobine primaire, faite d'un fil de cuivre de 0,8 mm de diamètre a une résistance de 3,87 Ohms. La secondaire est formée de 10050 tours de 0,2 mm; elle a une résistance de 1030 Ohms. L'appareil est pourvu d'un noyau de fer doux et est actionné dans cette expérience par un élément *Callaud* de grand volume, d'une force électro-motrice de 1 Volt, et d'une résistance de 1,6 Ohm; l'intensité du courant inducteur sera donc, d'après la formule

$$\frac{1}{3{,}87 + 1{,}6} = \frac{1}{5{,}47} = 0{,}182 \text{ Ampère.}$$

Le galvanomètre dont nous nous sommes servi est un instrument *d'Edelmann* construit tout d'abord pour mesurer les courants galvaniques pour des usages thérapeutiques; il est gradué en centièmes de Milliampère; l'aimant, en forme de fer à cheval, est très-lourd et se meut dans un cylindre de cuivre, destiné à en diminuer les oscillations: but qui n'est guère atteint du reste, étant donné le poids de cet aimant sur lequel est encore fixé une longue tige marquant les Milliampères. Nous y avons fait adapter un miroir, pour pouvoir opérer la lecture à distance (nous nous mettons en général pour cela à 2,75 m du galvanomètre). Malgré son amortisseur de cuivre, que nous ne pouvons enlever, cet instrument possède encore toutes les qualités nécessaires

pour en faire un galvanomètre balistique. Nous avons pu le constater du reste par des expériences de contrôle faites avec les instruments du laboratoire de physique de l'Université, et qui ont été mis obligeamment à notre disposition par Monsieur le Professeur *Forster*.

Il nous est donc facile de noter avec notre instrument les déviations proportionnelles aux quantités, et d'en donner un tableau: C'est naturellement une graduation en unités arbitraires.

1re Expérience.

En opérant sur un circuit de 5936 Ohms (galvanomètre = 4906 Ohms. Bobine secondaire = 1030), nous obtenons les résultats suivants:

Distance des Bobines:	Divisions galvanométriques:
0 mm (c'est-à-dire emboîtement complet)	120
10	116
20	97
30	91
40	85
50	76
60	66
70	55
80	46
90	37
100	27
110	18
120	13
130	8
140	5
150	3,5
160	2,25
170	1,75
180	1,25
190	1
200	1

Nous pourrions noter les résultats de cette expérience sur le chariot lui-même; ceci remplacerait alors la graduation habituelle en millimètres, et indiquerait approximativement la progression des quantités.

Au lieu d'exprimer les quantités fournies par les courants d'induction par des divisions galvanométriques arbitraires, nous pourrions,

semble-t-il, comparer les chiffres indiqués par l'aiguille du galvanomètre avec ceux fournis par des décharges de condensateurs donnant une quantité connue d'électricité. Nous aurions ainsi la valeur en Coulombs (ou plus exactement en Microcoulombs) d'un courant d'induction donné. C'est ce que nous pouvons faire facilement: Nous constatons d'abord que la décharge d'un condensateur de 1 Microfarad de capacité, chargé au potentiel de 1 Volt et contenant par conséquent 1 Microcoulomb, fait dévier l'aiguille du galvanomètre de 5,0 divisions. Par un calcul excessivement simple: diviser par 5,0 les chiffres des déviations, nous obtiendrons leur valeur en Microcoulombs.

Voyons ce que nous donnerait alors l'expérience que nous venons de citer, en Microcoulombs:

Distance des Bobines:	Déviations au galvanomètre:	Microcoulombs:
0	120	24
10	116	23,2
20	97	19,4
30	85	18,2
40	91	17
50	76	15,2
60	66	13,2
70	55	11
80	46	9,2
90	37	7,4
100	27	5,4
110	18	3,6
120	13	2,6
130	8	1.6
140	5	1
150	3,5	0,7
160	2,25	0,45
170	1,75	0,35
180	1,25	0,25
190	1	0,2
200	1	0,2

Cette manière de mesurer les courants semble précise, mais reste illusoire, car pour que les chiffres obtenus conservent leur valeur, nous devrions opérer absolument dans les mêmes conditions de résistance totale. Les valeurs en Microcoulombs seront autres si le résistance change, comme le montre l'expérience suivante:

2me Expérience.

Nous fermons le courant induit sur une résistance de graphite de 12500 Ohms, nous avons donc dans le circuit une résistance totale de 18436 Ohms (Rhéostat de graphite 12500; galvanomètre 4906, et Bobine 1030 Ohms), et nous obtenons dans ces conditions les chiffres suivants:

Distance des Bobines:	Déviations:	Microcoulombs:
0	39	7,8
10	37	7,4
20	35,5	7,1
30	32,5	6,5
40	29	5,8
50	26	5,2
60	21,5	4,3
70	18,5	3,7
80	15	3
90	12	2,4
100	8,5	1,7
110	6,25	1,24
120	4	0,8
130	2,75	0,55
140	1,50	0,30
150	1	0,20
160	0,75	0,16
170	0,75	0,15
180	0,50	0,10
190	0,50	0,10
200	0,25	0,05

On voit, en comparant cette expérience avec la précédente, que la quantité est inversement proportionnelle à la résistance du circuit total: Sur la résistance de 5936, l'appareil nous donne pour l'emboîtement complet des bobines 120 divisions et à 200 mm de distance 1 division de déviation; tandis qu'avec la résistance de 18436 Ohms, nous n'avons plus que 39 divisions de quantité maximale, et qué 0,25 à 200 mm.

Démontrons cette relation entre la résistance du circuit et la quantité: Les résistances sont dans les proportions:

$$\frac{18436}{5936} = \frac{100}{32}.$$

Nous devons donc avoir entre les déviations la même proportion. Nous voyons en effet, que si nous faisons ce calcul pour la distance de 0 mm nous trouvons:

$$\frac{100}{32} = \frac{120}{x} \text{ d'où } x = 38{,}4, \text{ tandis}$$

qu'expérimentalement nous trouvons 39. De même à 100 mm nous obtenons sur la petite résistance une déviation de 27 divisions, et sur la grande une de 8,5. Ces chiffres sont dans la proportion de 100 à 31,4 au lieu de 32 que nous indique le calcul précédent.

Nous voyons qu'il est illusoire de graduer les appareils en Microcoulombs, les chiffres obtenus variant continuellement non seulement suivant l'intensité du courant inducteur que l'on pourrait à la rigueur maintenir constant, *mais surtout suivant la résistance totale du circuit induit.*

La seule manière de graduer un de ces appareils est de le faire en % de sa quantité maximale, et nous pouvons représenter par une courbe les variations de cette quantité. La figure ci-contre (Pl. 1) représente la courbe ainsi établie pour notre appareil (bobine primaire à noyau de fer doux et bobine secondaire fil fin).

L'ordonnée indique de 5 en 5 les valeurs en pour cent (%) de quantité et l'abscisse, les distances d'emboîtement des bobines de 10 en 10 millimètres:

Cette courbe nous montre que les quantités ne sont nullement proportionnelles aux divisions millimètriques indiquant le degré de l'emboîtement des bobines. Tant que celles-ci ne sont pas emboîtées l'une dans l'autre, d'assez grands changements de distance ne font varier que très-peu la quantité du courant. Par contre, aussitôt que nous arrivons à 150 mm, c'est-à-dire là où nos deux bobines commencent à être en contact, la quantité croît beaucoup plus rapidement, comme l'indique l'ascension très-rapide de la courbe. Vers 40 mm environ, la courbe monte moins brusquement, et un rapprochement de 1 centimètre augmente moins la quantité qu'auparavant.

Les partisans d'une graduation en unités de quantité (Microcoulombs) pourraient nous objecter que, en mesurant dès le début de l'expérience la résistance totale du circuit, on pourrait cependant calculer en Microcoulombs la quantité des décharges. Ainsi, nous avons vu que notre appareil donnait sur une résistance de 5936 Ohms une quantité de 24 Microcoulombs à 0 mm d'emboîtement des bobines; si nous mesurons la résistance du circuit dans une expérience physiologique et que nous la trouvions double de 5936, c.-à.-d. 11872, il est évident que la quantité serait alors égale à 12 Microcoulombs.

Toutes choses égales d'ailleurs, les déviations étant inversement proportionnelles à la résistance totale du circuit, on pourrait en conclure qu'il suffit de connaître en Ohms cette résistance, pour arriver à apprécier en unités de quantité (Microcoulombs) la valeur de la décharge; il faudrait donc dans chaque cas mesurer la résistance du corps. *Or, cette mesure de la résistance du corps est impossible, par le seul fait qu'elle varie d'un instant à l'autre, et particulièrement sous l'influence même des courants qui le traversent.*

C'est un fait connu depuis assez longtemps, et mis en relief, par des expériences nombreuses de divers auteurs, que *les courants galvaniques* diminuent dans d'énormes proportions la résistance de la peau. Nous ne reviendrons pas en détail sur ce sujet suffisamment travaillé déjà, mais nous rappellerons seulement que cette diminution de résistance de la peau a été attribuée à 3 causes principales :

1° Le courant produit aux deux pôles des *effets électrolytiques* qui imbibent l'épiderme d'acides et d'alcalis ; ces derniers conduisent mieux que les solutions salines dont ils dérivent et macèrent de plus la couche cornée de l'épiderme, ce qui contribue aussi à faciliter le passage du courant.

2° L'action électrolytique du courant est accompagnée de phénomènes de transport : *cataphorèse.* Un véritable transport de liquide se fait du pôle positif au pôle négatif et augmente aussi la conductibilité de l'épiderme. Ces deux phénomènes physiques déterminent à eux seuls une forte diminution de la résistance, aussi obtient-on sur le cadavre des résultats analogues à ceux que l'on a constaté sur le vivant.

Cette diminution est souvent si considérable et si *prompte* que nous soupçonnons que, même dans les expériences sur le cadavre, d'autres causes physiques viennent augmenter les déviations produites par un potentiel plus élevé.

Cependant, la diminution de résistance est encore plus marquée lorsqu'on opère sur le vivant, parce que, à ces deux actions physiques, il s'en ajoute une troisième physiologique: *la dilatation des vaisseaux.* Chacun sait que la galvanisation de la peau produit aux deux pôles une plaque érythémateuse d'autant plus forte que le courant était plus intense et a eu plus de durée.

Quelques expériences superficielles et des considérations théoriques avaient fait admettre que les courants d'induction particulièrement les décharges isolées, ne pouvaient avoir sur la résistance de la peau aucune influence marquée. Les effets d'électrolyse, de catapho-

rèse, de dilatation vasculaire, tout en étant très-prompts, demandent pourtant un certain temps à s'établir, et il semble au premier abord impossible que la décharge d'induction dont la durée se mesure par millionnièmes de seconde puisse produire cet effet.

Il y a quelque temps, de curieuses expériences faites par le Dr. *Gaertner* (privat-docent à Vienne, en Autriche) ont démontré*) que la résistance du corps est variable aussi sous l'influence des courants d'induction; *qu'elle est plus petite pour le courant d'ouverture que pour celui de fermeture.*

Après avoir rappelé les phénomènes bien connus de la prédodominance physiologique du courant d'ouverture sur celui de fermeture, Gaertner fait remarquer qu'elle tient à la différence de tension des deux courants.

Dans les expériences physiologiques où l'on opère sur le nerf mis à nu, cette différence de tension suffit, suivant lui, à expliquer la différence de l'action physiologique.

Chez l'homme, dit-il, ce fait est encore beaucoup plus marqué. Il admet qu'une autre cause vient en plus favoriser l'action du courant d'ouverture. On sait que les deux courants, celui d'ouverture et celui de fermeture lancés sur un circuit où est intercalé un galvanomètre, donnent les mêmes déviations parce que, malgré leurs tensions différentes, ils ont la même quantité: Le courant d'ouverture a une forte tension et une courte durée, et celui de fermeture une tension faible, mais une durée plus longue, et le produit reste le même, comme nous l'avons dit plus haut.

Par contre, si on intercale dans le circuit le corps humain, on constate un fait curieux:

Les déviations galvanométriques se trouvent être plus grandes pour le courant d'ouverture que pour celui de fermeture, et lorsqu'on laisse marcher le trembleur, l'aiguille, au lieu de rester au 0, comme l'indique la physique (poussée qu'elle est par deux courants égaux et de sens contraire), dévie fortement dans le sens du courant d'ouverture.

Ces faits étant nouveaux, nous tenons à traduire littéralement Gaertner. Voici ce qu'il dit à ce sujet:

Lorsqu'on observe les décharges isolées d'induction on constate une forte prédominance du courant d'ouverture, la déviation produite par ce courant étant beaucoup plus grande que celle du courant de

*) Gaertner: Ueber den electrischen Widerstand des menschlichen Körpers gegenüber Inductionsströmen. Wien, Medic. Jahrbücher 1889.

fermeture. En faisant marcher le trembleur, l'aiguille dépasse aussitôt l'échelle et reste dans cette position aussi longtemps que le courant tétanisant agit, comme si elle ne recevait des secousses que du courant d'ouverture et que celui de fermeture n'eût plus aucune influence.

Von Fleischl avait constaté un phénomène semblable sur le nerf de la grenouille. Nous y reviendrons plus loin et nous nous bornons à indiquer les conclusions du travail que nous venons d'analyser:

Gaertner s'exprime comme suit:

1° La résistance du corps humain, pour les courants d'induction varie suivant la tension du courant. Plus la tension est grande, plus la résistance est petite.

2° A une distance égale d'emboîtement des bobines, le corps oppose une résistance moins considérable au courant d'ouverture qu'à celui de fermeture.

3° Si le corps est intercalé dans le circuit, l'aiguille du galvanomètre est toujours déviée d'un côté, quand on fait marcher le trembleur. La déviation s'effectue dans le sens du courant d'ouverture.

4° Ces faits expliquent, en partie, l'effet physiologique plus grand du courant d'ouverture chez l'homme.

Ces faits intéressants demandaient à être contrôlés. Or il est facile de constater que les résultats annoncés par Gaertner sont justes et que la résistance du corps varie sous l'influence des courants d'induction. Elle est plus petite pour les courants à haute tension que pour ceux à tension faible.

Signalons à l'appui quelques expériences probantes:

3me Expérience.

Le courant inducteur est fourni par 4 Callaud d'une force électromotrice de 1 Volt et d'une résistance de 1,5 Ohm environ, circulant sur la bobine inductrice d'une résistance de 3,87 Ohms, ce qui nous donne en chiffres ronds une intensité de $\frac{4}{10} = 0{,}4$ Ampère pour le courant inducteur.

La bobine secondaire (fil fin) a 10050 tours de fil et une résistance de 1030 Ohms; le galvanomètre environ 5000 Ohms et le corps du sujet en expérience une résistance inconnue.

L'électrode positive est placée sur la partie inférieure du bras; la négative sur la face postérieure de l'avant-bras. Nous constatons

l'existence d'une légère force électromotrice dans le circuit, nous donnant à gauche, c.-à.-d. dans le sens du courant d'ouverture, une déviation de 3 divisions (nous verrons plus loin que l'existence de cette force électromotrice n'empêche nullement la constatation du phénoméne). Les fermetures et ouvertures se font au moyen d'une clef de Morse ordinaire, donnant un contact très-franc, ainsi que l'indique la constance des résultats.

L'expérience étant disposée comme nous venons de l'indiquer, nous notons les déviations obtenues tant à la fermeture qu'à l'ouverture en faisant varier l'emboîtement des bobines de 10 en 10 millimètres.

Nous obtenons alors le tableau suivant:

Distances des bobines en millimètres	Déviations pour le courant de Fermeture	Ouverture
120	4,5 à droite	5 à gauche
110	7,5	10
100	11,5	19
90	18	34
80	26	53
70	37	75
60	50	103
50	69	124
40	85	148
30	100	165
20	120	185
10	135	197
0	146	200

Nous voyons qu'à partir d'un certain rapprochement des bobines, les différences au profit du courant d'ouverture prennent une valeur assez élevée. Ainsi, à

120 mm d'écartement, nous n'avons qu'une plus-value de 0,5
tandis qu'à 100 mm nous avons déjà 7,5
40 mm 63
à 30 mm et à 20 mm, le maximum atteint dans cette expérience: 65

Si, au lieu de produire des secousses isolées, on laisse marcher le trembleur, on obtient une forte déviation du côté gauche, c'est-à-dire, du côté du courant d'ouverture. L'aiguille dépasse l'échelle et reste déplacée aussi longtemps que le courant marche. Or, on sait que, sur une résistance métallique, les courants de fermeture ayant la même

quantité que ceux d'ouverture, une déviation permanente de l'aiguille dans un sens ne se produit pas. Au moment de la première fermeture, l'aiguille dévie d'un côté et à la première ouverture qui suivra, elle dévie dans l'autre sens; et comme elle est toujours poussée par deux courants de sens contraire et d'égale quantité, elle se maintiendra au 0, ou ne présentera que des oscillations insignifiantes.

Il est donc très-facile, puisque nous avons ici une déviation gauche permanente de constater sur l'homme, le phénomène indiqué par Gaertner: Prédominance énorme du courant d'ouverture sur celui de fermeture, au point de vue de *sa quantité*.

4me Expérience.

Cette expérience est faite dans les mêmes conditions que la précédente et sur le même sujet:

Avant de laisser marcher le courant d'induction, nous avons dans le circuit une déviation de 1 au profit du courant *de fermeture*.

Distance des bobines en millimètres	Déviation pour le courant de Fermeture	Ouverture
140	1 à droite	1 à gauche
120	2,5	3
100	7	13
80	16	44
60	28	88
40	53	127
20	81	170

Nous voyons qu'au début les deux courants donnent les mêmes déviations; il est vrai qu'alors leur petitesse empêche d'en faire une lecture exacte et que le courant de polarisation était au profit du courant de fermeture. A mesure que l'emboîtement des bobines augmente, les différences deviennent de plus en plus fortes, et nous voyons, par exemple, qu'à 20 mm le courant d'ouverture est plus du double de celui de fermeture.

5me Expérience.

Même appareil que pour les deux expériences précédentes. Même sujet en expérience; nous employons cette fois-ci des *électrodes impolarisables* en zinc amalgamé et recouvertes de ouate imbibée d'une solution de sulfate de zinc.

Nous ne constatons aucun courant de polarisation dans le circuit; et notons alors les résultats suivants:

Distance des bobines en millimètres	Déviations pour le courant de Fermeture	%	Ouverture
100	3 à droite	66	4,5 à gauche
90	4	50	8
80	6	43	14
70	8	33	24
60	10	26,8	38
50	13	23	56
40	17	20	75
30	20	21	94
20	24	20	118
10	28	22	124
0	31	24	130

Nous avons indiqué dans la colonne du milieu le rapport en % entre les déviations produites par les deux courants.

La prédominance du courant d'ouverture est très-marquée dans cette expérience. Au début, la fermeture représentait encore le 66% de l'ouverture. Ces chiffres baissent peu à peu avec l'augmentation de la tension pour aboutir à 24%.

Cette expérience est très-concluante, car grâce aux électrodes impolarisables, nous n'avons pas, comme nous l'avons dit plus haut, de courant pouvant gêner les observations. Nous voyons qu'à 0 d'emboîtement le courant d'ouverture a une quantité 4 fois plus grande que celui de fermeture. Si on laisse marcher le trembleur dans ces conditions, l'aiguille du galvanomètre dépasse l'échelle à gauche (c.-à.-d. dans la direction du courant d'ouverture) et reste dans cette position aussi longtemps que le courant circule.

6me Expérience.

Faites dans les mêmes conditions que la précédente, sauf que vous n'avons plus employé les électrodes impolarisables, ce qui fait que nous avons au commencement de l'expérience une déviation de trois divisions au profit du courant de fermeture. Malgré cette force électromotrice en sens contraire, le courant d'ouverture l'emporte de beaucoup sur celui de fermeture, comme l'indiquent les résultats suivants:

Distance des Bobines en millimètres	Déviations pour le courant de Fermeture	Ouverture
150	1,5 à droite	1 à gauche
140	2	2
130	3,5	3,5
120	7	7
110	11	16
100	16	27
90	25	43
80	35	64
70	50	85
60	60	105
50	80	123
40	97	148
30	112	170
20	128	192
10	144	200
0	150	210

Une autre fois, dans les mêmes conditions, mais avec un courant de polarisation de 0,5 à gauche, nous avons eu :

Distance des Bobines en millimètres	Déviations pour le courant de Fermeture	Ouverture
200	0,5 à droite	0,7 à gauche
190	0,9	1
180	1	1,2
170	1,2	1,8
160	1,5	1,75
150	2	2,25
140	3,5	4
130	6	6
120	10	12
110	16	21
100	22	33
90	23	48
80	45	63
70	59	85
60	73	105
50	88	125
40	105	145

Distance des Bobines en millimètres	Déviations pour le courant de Fermeture	Ouverture
30	120	165
20	135	183
10	145	195
0	152	204

8me Expérience.

Faite avec le même appareil, mais sur un autre sujet. Nous avons au commencement un courant de polarisation de 1 à gauche.

Nous expérimentons d'abord sur le bras droit, puis sur le gauche; ce qui nous a donné les résultats suivants:

Distance des Bobines en millimètres	Déviations pour les courants de Fermeture		Ouverture	
	0,1 Bras droit	0,3 Bras gauche	0,25 Bras droit	0,8 Bras gauche
200	0,6	0,5	0,6	0,8
190	0,9	0,8	1	1
180	1,8	1,1	1,2	1,1
170	1,5	1,4	1,5	1,5
160	3	2	3,2	2,0
150	4	3	4,2	3,2
140	7	5,6	6,8	7,0
130	11	10	11,2	10,0
120	18	16	19	17,0
110	26	25	28	25,5
100	32	35	41	39
90	49	47	67	56
80	62	61	76	73
70	80	78	97	98
60	95	94	118	120
50	112	112	140	142
40	126	130	149	160
30	144	146	172	178
20	153	156	190	193
10	158	168	198	200
0				

Les chiffres que nous venons d'exposer montrent clairement la prédominance du courant d'ouverture sur celui de fermeture, quand le corps est intercalé dans le circuit. Le résultat peut être exprimé graphiquement par la construction de courbes.

La première (pl. 2) nous donne la courbe en % des quantités du courant fermé sur un circuit métallique d'une résistance de 9745 Ohms, et celle des courants d'ouverture et de fermeture fermés sur le corps.

L'abscisse indique les distances d'emboîtement des bobines.

L'ordonnée donne les chiffres en % de la déviation maximale.

Nous voyons que ces trois courbes partent toutes d'un même point que nous avons fixé à 0,6 %. Aussi longtemps que l'emboîtement des bobines est peu considérable, elles ont toutes les trois la même valeur. A partir de 150 mm, la ligne —— qui représente le circuit métallique s'élève assez brusquement, et atteint à 0 mm, c'est-à-dire à l'emboîtement complet des deux bobines, la quantité correspondant à 100%.

La ligne ——— qui représente le courant de fermeture, fermé sur la résistance du corps, s'élève plus brusquement encore, et à partir de 125 mm d'emboîtement, s'éloigne de la ligne —— et finit par atteindre sa quantité maximale, c'est-à-dire de 100 %, déjà à la distance de 20 mm.

Le phénomène est plus marqué encore pour la courbe --------- qui indique les quantités du courant d'ouverture: elle est encore plus raide et atteint le maximum de 100 % à 30 mm. de distance d'emboîtement.

Il est instructif de considérer une courbe qui indique non plus les % des quantités, mais simplement les déviations galvanométriques.

C'est ce que nous avons fait dans la figure ci-contre (pl. 3).

L'abscisse représente comme plus haut, les distances entre les bobines, et l'ordonnée la quantité, c'est-a-dire les déviations galvanométriques.

Nous voyons la courbe représentée par la ligne —— et marquant les quantités croissantes du courant fermé sur une résistance totale (métallique, stable) de 9745 Ohms, monter lentement jusque vers 150 mm. A partir de ce point, son ascension devient très-rapide, et elle atteint à 0 mm, c'est-à-dire à l'emboîtement complet, quantité correspondant à 188 divisions.

Nous ajoutons dans le circuit une résistance stable (rhéostat de graphite) de 12500 Ohms, ce qui nous donne une résistance totale de 18530 Ohms, c'est-à-dire presque le double de la première. La courbe pointillée indique les quantités croissantes dans ces nouvelles conditions. Nous constatons que sur cette résistance, à peu près double, les déviations sont environ la moitié de celles indiquées pour la résistance de 9745 Ohms. Nous devions du reste nous y attendre a priori, étant donné que les quantités — toutes choses égales d'ailleurs — sont en raison inverse des résistances totales du circuit.

Examinons maintenant ce qui se passe pour la ligne ——, c'est à-dire pour le courant de fermeture traversant le corps. Cette ligne se confond au début avec la courbe pointillée, ce qui montre qu'à ce moment la résistance totale du circuit est certainement égale à 18530 Ohms; à partir de 120 mm, nous la voyons s'écarter de plus en plus, et aboutir à un chiffre assez élevé: 152, de déviation maximale.

Nous pouvons affirmer qu'aussi longtemps que la ligne —— se confond avec la ligne pointillée, la résistance du corps est d'environ 18530 Ohms; à 0 mm, elle arrive à 152 divisions, et, puisque nous avons constaté que les déviations sont en raison inverse des résistances (voir page 14), nous pouvons calculer quelle était alors la résistance du corps, en posant la proportion:

$$\frac{152}{98} = \frac{18530}{x} \text{ d'où } x = 11946.$$

Nous voyons donc que, sous l'influence de la tension croissante, donnée au courant de fermeture par l'emboîtement progressif des bobines, la résistance diminue graduellement et n'est plus, au 0 mm de l'appareil que de 11946.

Pour le courant d'ouverture, l'écart est encore plus grand. Au début, la quantité est égale à celle du courant circulant sur une résistance de 18530 Ohms, pour une même distance des bobines; la résistance est donc la même. A 130 mm déjà, nous voyons la ligne ------ se détacher de la pointillée; à ce point, la résistance commence à diminuer. La courbe s'écarte de plus en plus et dans des proportions beaucoup plus fortes que la ——, de la courbe du circuit de 18530 Ohms, croise à 60 mm la ligne ▬▬ correspondant à une résistance métallique de 9745 Ohms, s'en écarte encore, et aboutit à une déviation beaucoup plus forte que celles obtenues par le courant de fermeture, ou par ceux fermés sur un circuit métallique puisqu'elle atteint à l'emboîtement complet des bobines le chiffre très-élevé de 204.

Nous pouvons affirmer qu'à la distance de 60 mm d'emboîtement, la ligne ------ croisant la ——, la résistance est à ce moment égale à 9745 Ohms pour le courant d'ouverture. Nous la voyons diminuer encore, et posant la proportion indiquée plus haut, c'est-à-dire $\frac{204}{188} = \frac{9745}{x}$, nous pouvons calculer que la résistance à l'emboîtement complet est de 8980 Ohms.

Cette courbe est extrêmement démonstrative: Par un heureux hasard, les déviations produites lorsque le corps était intercalé se sont trouvées être sensiblement égales au début aux déviations que donnait le courant fermé sur le circuit métallique. Ceci nous montre donc que la résistance du circuit avec le corps intercalé, était la même que celle du circuit métallique de 18530.

Nous voyons les deux courants diminuer la résistance à mesure que leur tension s'élève, et le courant de fermeture lui-même, auquel on attribue une tension faible, réussit à réduire la résistance du début (18530) au chiffre assez bas de 11946 Ohms. Mais c'est surtout le courant d'ouverture qui se montre doué de cette propriété de diminuer les résistances sur son passage. Il arrive déjà à l'écartement de 60 mm à réduire à environ la moitié la résistance primitive (9745 au lieu de 18530), et même il la fait descendre au chiffre de 8980 Ohms à l'emboîtement complet des bobines.

Répétons ici que ces variations de résistances sont instantanées; qu'immédiatement après le passage du courant, la résistance reprend une autre valeur dépendant de la tension du courant qui suivra. Les chiffres des lignes ——— et ------ ont été obtenus par des fermetures et des ouvertures successives se répétant dans un assez court espace de temps et donnant des chiffres différents de déviations galvanométriques.

Il est donc facile de constater que la résistance du corps varie sous l'influence des décharges d'induction, qu'elle devient plus petite à mesure que la tension s'élève et qu'elle est notamment beaucoup plus faible pour le courant d'ouverture, qui est plus tendu, que pour celui de fermeture.

Nos recherches confirment donc pleinement les résultats indiqués par Gaertner.

Ajoutons que toutes les expériences qui ont été faites par divers auteurs, pour mesurer les résistances sous l'influence des courants

d'induction, ont toujours donné des chiffres de résistance notablement inférieurs à ceux obtenus en expérimentant sur des courants galvaniques. Nous reviendrons du reste sur ce point spécial.

A quoi peut tenir ce phénomène curieux de la prédominance du courant d'ouverture sur celui de fermeture, *au point de vue de sa quantité?* Lorsqu'on réfléchit à la courte durée des décharges d'induction, à leur quantité excessivement faible, incapable de produire des effets électrolytiques, cataphoriques, ou vaso-dilatateurs notables; quand on a constaté que cette diminution de résistance n'est qu'instantanée, ne persiste pas même pour le courant de fermeture qui suit immédiatement le courant d'ouverture, il est impossible de reconnaître là le phénomène que nous connaissions déjà pour le courant galvanique.

Ce dernier, en effet, diminue la résistance de la peau par les effets que nous avons signalés; cette diminution de résistance est parfaitement constatable plusieurs heures après l'application du courant et quelque fois même, après des électrisations successives, à plusieurs jours de distance. *C'est une vraie diminution de la résistance de la peau.*

Il nous semble impossible d'attribuer à des décharges d'induction des propriétés semblables et, cependant, le fait est là: la résistance du corps diminue pour un courant d'ouverture, reprend une valeur plus grande pour le courant de fermeture qui le suit immédiatement, pour diminuer de nouveau sous l'influence d'un deuxième courant d'ouverture; et si on laisse le jeu libre au trembleur, la déviation se fait *uniquement* dans le sens du courant d'ouverture.

Ceci posé, nous devons admettre qu'il s'agit ici, non pas d'une résistance de la peau, mais bien d'une variation dans ce qu'on pourrait appeler la *résistance de surface, de contact ou de passage* (ce que les Allemands désignent sous le nom de Uebergangs-Widerstand).

On sait que le courant d'ouverture avec l'énorme tension que lui donne souvent l'emboîtement complet des bobines peut franchir la résistance d'une couche d'air, sous forme d'une petite étincelle. Le phénomène est facilement constatable dans les cas où l'on applique le pinceau électrique; de même aussi quand on emploie les électrodes recouvertes de peau de chamois et imbibées d'eau, appliquées fortement sur la peau, on voit, chez certains malades dont l'anesthésie cutanée permet d'employer des courants d'induction au maximum, de petites étincelles s'échapper de la périphérie des électrodes, malgré le contact établi au centre de celles-ci.

Le courant de fermeture, ayant moins de tension, combattu qu'il est par l'extracourant, ne possède pas ces propriétés. Il ne peut pas franchir la résistance d'une couche d'air, même très-mince et est arrêté de plus encore par la minime couche d'oxyde qui peut se trouver à la surface de l'électrode.

Ces considérations nous amènent à *expliquer la prédominance du courant d'ouverture de la manière suivante :*

«Les électrodes de peau de daim qui sont employées en électrothérapie ont toujours, quoique bien humectées d'eau, une surface plus ou moins rugueuse ; elles sont de plus appliquées sur la peau, dont la surface est également inégale et présente des parties peu conductrices (endroits dépourvus de glandes) et d'autres bien meilleures conductrices (ouvertures des canaux des glandes sébacées et sudoripares).

Le courant de fermeture, en vertu de sa tension minime, ne peut pénétrer *qu'aux endroits où un contact vrai, presque parfait, est établi ;* il en résulte que, pour ce courant, une partie seulement de la surface de l'électrode entre en ligne de compte comme étant vraiment en contact avec le corps. La résistance étant en raison inverse de la surface de l'électrode, la résistance sera donc plus grande et les déviations galvanométriques mesurant la quantité du courant seront relativement plus faibles.

Le courant d'ouverture, par contre, en vertu de sa haute tension franchira la résistance, *même au point où le contact n'est pas intime.* La mince couche d'air qui, à certains endroits est encore interposée entre l'électrode et la peau n'arrête pas ce courant plus tendu qui pénétrera alors, pour ainsi dire, *par toute la surface de l'électrode.* La surface d'application se trouve par ce fait même agrandie, et il en résulte que la quantité du courant mesurée au galvanomètre est alors beaucoup plus considérable.

Cette hypothèse demandait à être soutenue par des expériences et nous avons recouru aux démonstrations suivantes :

S'il s'agit vraiment d'une résistance de surface, il doit être possible de reproduire le phénomène signalé par Gaertner pour le corps humain, avec un électrolyte quelconque, pourvu toutefois que l'on puisse arriver à établir des *résistances de surface.*

Il nous a été facile dès notre premier essai de tomber sur des conditions tout-à-fait favorables.

9me Expérience.

Prenant une cuvette contenant un peu d'eau salée, nous y plongeons le coin de deux électrodes carrées et employées depuis longtemps; elles sont en cuivre nickelé, passablement oxydées, et recouvertes de peau de daim sèche sur toute la surface qui ne plonge pas dans l'eau.

Nous constatons l'existence d'un courant de polarisation provenant de ce que la surface des électrodes est oxydée à un degré variable. Ce courant donne une déviation de 49 divisions à gauche, qui diminue cependant peu à peu, et finit par arriver à 4 à gauche c.-à.-d. au profit du courant d'ouverture.

L'appareil d'induction et le galvanomètre étant dans les mêmes conditions que pour les expériences précédentes, nous notons:

Distance des Bobines en millimètres	Déviations pour le courant de Fermeture	Ouverture
200	0,75	1
180	0,75	1,5
160	1,25	3
140	3,5	8
120	12	23
100	32	53
80	63	95
60	102	144
40	123	170

Avec le trembleur, nous avons une déviation à gauche et l'échelle est même dépassée; il est vrai que cette déviation gauche n'est pas absolument stationnaire et qu'elle diminue peu à peu de quelques divisions.

Nous voyons dans cette expérience apparaître à un degré suffisamment marqué le phénomène que Gaertner a signalé, puisque, par exemple, pour la distance de 120 mm, le courant d'ouverture donne le double à peu près de celui de fermeture, et à 40 mm a 47 divisions de plus que lui. (123 à la fermeture et 170 à l'ouverture.) Nous ferons également remarquer qu'avec le trembleur nous avons une très-forte déviation dans le sens du courant d'ouverture.

On pourrait objecter que l'expérience n'est pas concluante puisque nous avons dans le circuit une force électromotrice au profit du courant d'ouverture, favorisant le déplacement de l'aiguille dans ce sens

et le gênant dans le sens opposé. Mais dans toutes les expériences que nous avons faites, nous avons pu remarquer que l'existence d'une petite déviation permanente due à des courants de polarisation ne gêne que très-peu le déplacement brusque de l'aiguille sous l'influence des décharges d'induction. Nous verrons dans des expériences subséquentes que la présence d'un courant au profit du courant de fermeture n'empêche pas la prédominance du courant d'ouverture de se manifester.

10me Expérience.

Galvanomètre et appareil d'induction ordinaires. Nous plongeons dans une cuvette d'eau deux vieilles électrodes qui nous donnent dans le circuit une force électromotrice faisant dévier l'aiguille de 20 degrés à droite, c'est-à-dire au profit du courant de *fermeture*.

Faisant agir l'appareil d'induction, nous avons alors :

Distance des Bobines en millimètres	Déviations pour le courant de Fermeture	Ouverture
200	2	1,5
190	2,8	2
180	3	3
170	3,8	3,5
160	4,5	4,5
150	7	7
140	9,5	9,5
130	16	16
120	24	24
110	38	38
100	53	52
90	70	70
80	93	93
70	115	110
60	135	135
50	158	159
40	179	178
30	200	200

Au trembleur, le galvanomètre dévie à gauche, c'est-à-dire dans le sens du courant d'ouverture. — Ici nous n'avons pas réussi à déterminer la prédominance du courant d'ouverture. Il en est de même dans les expériences 11 et 12.

Expériences 11—16.

Hauteur de la Colonne d'eau (distances des zincs)	2,5 Centimètres		2 Centimètres		1,5 Centimètre		1,5 Centimètre		1 Centimètre		0,8 Centimètre	
Distances des Bobines	COURANT de Fermeture	COURANT de Ouverture	COURANT de Fermeture	COURANT de Ouverture	COURANT de Fermeture	COURANT de Ouverture	COURANT de Fermeture	COURANT de Ouverture	COURANT de Fermeture	COURANT de Ouverture	COURANT de Fermeture	COURANT de Ouverture
150	1,2	1	2,2	2	2	2,5	2	2,2	2	2,2	2	3
140	2	2,1	3	3	4	4	3	4	3	4	4	5
130	3,2	3,2	6	5	6	7	7	8	7	8	6,5	9
120	7	8	10	10	10	11	10	14,5	10	14,5	12	15
110	11	13	15	15	17	18	18	22,5	18	22,5	19	24
100	17	18	22	23	24	25	28	33	28	33	30	36
90	21	24	28	30	33	35	39	45	39	45	43	50
80	32	34	38	40	43	45	53	58	53	58	56	64
70	41	44	47	49	54	58	67	74	67	74	72	79
60	49	51	54	56	67	69	82	89	82	89	88	95
50	58	60	60	63	79	82	97	105	97	105	105	112
40	69	70	70	73	92	95	112	120	112	120	121	130
30	75	77	77	80	103	105	125	135	125	135	137	145
20	83	84	85	88	114	114	135	148	138	148	150	157
10	88	89	93	95	122	123	148	156	148	156	161	168
0	93	94	97	99	128	128	156	163	156	165	168	176
Nous avons au commencement de l'expérience une déviation à droite	de 0,5		2		4		2		2		1	

Nous avons fait une série d'expériences (dont quelques-unes sont résumées dans le tableau ci-dessus [pag. 97]) en employant en lieu d'électrodes, un rhéostat liquide ordinaire composé d'un tube en

U rempli d'eau additionnée de sulfate de zinc et dans chaque branche duquel plonge une tige métallique terminée par une boule de zinc amalgamé. Ces tiges, pourvues d'une crémaillère peuvent être abaissées ou élevées, ce qui permet de diminuer ou d'augmenter la distance entre les zincs.

Dans ces expériences, nous ne voyons pas de prédominance bien nette du courant d'ouverture, particulièrement sur les résistances considérables représentées par 2 cm et 1,5 cm de colonne d'eau. Par contre une certaine prédominance s'observe sur les résistances de 1 cm et 0,8 cm, mais elle est encore trop peu considérable, pour que nous puissions en tirer des conclusions positives.

Cependant, nous étions bien persuadés qu'il s'agissait d'une résistance de surface et que notre premier résultat (expér. 9, pag. 95), était probant. Si, dans les expériences subséquentes, nous n'avons pu constater ce phénomène, c'est parce que nous n'avions pu réussir à établir une résistance de surface, un contact imparfait permettant au courant d'ouverture de montrer la prédominance qu'il doit à sa plus forte tension. Dans l'expérience 10 (page 96), nous avons eu le tort de plonger les électrodes entières dans l'électrolyte: le contact était parfait et le circuit laissait passer avec autant de facilité le courant de fermeture que celui d'ouverture.

Dans la série d'expériences (page 97), faites avec le rhéostat liquide, les conditions sont identiques: Les boules de zinc amalgamées du rhéostat plongent dans le liquide, il n'y a là aucune difficulté pour le passage du courant, aussi obtenons-nous les mêmes résultats, à peu près que pour le circuit métallique: égalité de déviations pour le courant d'ouverture et celui de fermeture.

Dans toutes ces expériences, si l'on fait marcher le trembleur à interruptions rapides, l'aiguille du galvanomètre oscille autour du zéro, comme quand le courant circule sur un circuit métallique; ou si elle dévie dans le sens du courant d'ouverture, ce n'est que faiblement.

Une seule expérience positive conserve sa valeur, même vis-à-vis d'un grand nombre d'expériences négatives, et nous devions retrouver expérimentalement les conditions nécessaires à la production de ce phénomène. Il fallait éviter un contact intime, parfait; augmenter en un mot ce que nous appelons la résistance de surface ou de passage, et nous avons facilement réussi à y arriver dans les expériences suivantes:

Nous nous servons toujours du même appareil; seulement, ensuite d'un accident arrivé à nos éléments Callaud, nous employons comme courant inducteur celui fourni par deux Daniell; ceux-ci ont été fermés toute la nuit sur la résistance du galvanomètre et ont donné le soir comme le matin la même déviation, ce qui prouve une constance parfaite du courant.

Nous employons deux électrodes métalliques ordinaires trempées dans de l'eau pure par un de leurs coins.

Le circuit fermé sans courant d'induction donne une déviation de 10 divisions à droite, fait important à noter, puisque nous avons affaire à un courant de polarisation assez fort, et tout-à-fait au *profit du courant de fermeture.* Malgré cela, le courant d'ouverture n'a jamais eu de déviations plus petites que celui de fermeture, mais l'a au contraire dépassé de beaucoup dans le cours de l'expérience, comme le montrent du reste les chiffres suivants:

Expérience 17.

Distance des Bobines en millimètres	Déviations pour le courant de Fermeture	Ouverture
150	3	3
140	4	4
130	7	7
120	13	13
110	20	22
100	32	35
90	45	52
80	62	74
70	80	95
60	100	115
50	120	142
40	140	155
30	160	190
20	180	210

Au trembleur, et à 20 mm d'emboîtement l'échelle est dépassée à gauche par l'aiguille.

Comme contrôle de cette expérience, nous réunissons immédiatement après les deux fils par un serre-fils et nous obtenons sur ce circuit, purement métallique des déviations égales pour le courant de fermeture et pour celui d'ouverture, ainsi que l'indique le tableau suivant:

Distance des Bobines en millimètres	Déviations pour le courant de Fermeture	Ouverture
150	9	9
100	75	75
70	157	157

Pour arriver à une analogie encore plus complète avec la peau rugueuse et les électrodes à surface inégale aussi, nous avons enfin fait quelques expériences, en nous servant, au lieu de deux électrodes plongées dans l'eau, d'une assez grosse orange dont la peau présente plus fortement, il est vrai, mais d'une manière analogue à celle de l'homme, cet état chagriné ou mamelonné. Les électrodes ont été d'abord simplement posées, puis ensuite maintenues fixes par une assez forte ligature. Elles ont été humectées abondamment d'eau ordinaire.

Expérience 18.

Nous avons eu les résultats suivants: Au début de l'expérience, nous constatons l'absence de toute force électromotrice dans le circuit, l'aiguille reste exactement sur le 0.

1° Electrodes appliquées simplement sur l'orange:

Distance des Bobines en millimètres	Déviations pour le courant de Fermeture	Ouverture
100	2	3
0	13	23

2° Electrodes serrées sur l'orange:

Distance des Bobines en millimètres	Déviations pour le courant de Fermeture	Ouverture
0 mm	29	34
0 mm	33	45

Ainsi, ici encore, nous voyons la grande prédominance du courant d'ouverture comme dans l'expérience précédente.

Quand nous avons expérimenté sur une orange, nous nous trouvions dans des circonstances quelque peu défavorables pour la constatation du phénomène.

Par la simple application des électrodes sur la surface de l'orange, la résistance se trouvait être considérable, aussi nous faut-il mettre l'appareil au 0, pour obtenir les minimes déviations de 13 et de 23.

Sur des résistances aussi considérables, les deux courants (Fermeture et Ouverture) ont forcément une intensité initiale peu considérable. Ils ont tous deux de la peine à franchir cette résistance, et la prédominance du courant d'ouverture est moins facilement constatable.

Nous avons pu en liant fortement les électrodes sur la surface de l'orange, obtenir des déviations plus considérables: 33 et 45; mais ce que nous avons diminué en serrant ces électrodes contre la peau de l'orange, c'est précisément en grande partie cette résistance de surface; aussi avons-nous des différences relativement minimes entre le courant d'ouverture et celui de fermeture, mais elles sont cependant toujours au profit du courant d'ouverture. Nous constatons donc le même fait que sur le corps humain et dans des proportions suffisantes pour montrer la réalité du phénomène.

Nous avons donc réussi à reproduire avec des électrolytes quelconques les phénomènes indiqués par Gaertner. Il suffit pour cela d'arranger le circuit de manière à avoir des résistances de surface, et alors le courant d'ouverture reprend sa prédominance. Nous voyons donc clairement que ce phénomène n'est pas particulier au corps humain.

Il est sans doute encore plus marqué quand on opère sur le corps, que dans les expériences où nous avons réussi à l'obtenir avec des électrolytes quelconques. C'est en effet dans les conditions ordinaires de l'électrothérapie, c'est-à-dire, lorsqu'on applique les électrodes sur la peau, que les résistances de surface sont à leur maximum. Il est difficile de réaliser avec des liquides, dans lesquels plongent des électrodes, des conditions semblables.

Il y a là quelque chose d'analogue à ce que les physiciens ont constaté à l'aide des tubes de Holtz, à soupape (Holtz'sche Ventilröhre). Ces tubes, dans lesquels sont placés à distances égales de petits entonnoirs en verre, laissent passer le courant d'ouverture, mais arrêtent complètement celui de fermeture.

Il ne suffisait pas, pour l'étude de cette diminution de résistance de constater qu'elle se présente dans des conditions favorables avec un électrolyte quelconque: il fallait faire encore une contre-expérience et arriver *à éliminer dans l'application du courant au corps humain, sa résistance de surface:* il fallait établir un contact aussi intime que possible entre les électrodes et la peau, et faciliter ainsi le passage pour un courant de moindre tension. Nous devions alors retrouver, malgré l'interposition du corps dans le circuit, la loi physique qui attribue aux courants de fermeture et d'ouverture la même quantité. Il nous a été facile de nous mettre dans ces conditions en employant comme électrodes les bains d'eau tiède.

Expérience 19.

En faisant plonger dans des cuvettes contenant de l'eau tiède les deux électrodes, et en mettant les pieds jusqu'à la cheville dans le liquide, nous formons ainsi un circuit fermé par le corps et qui nous donne une déviation permanente de *15 à droite, c'est-à-dire au profit du courant de fermeture.*

Faisant agir le courant d'induction, nous obtenons alors les résultats suivants :

Distance des Bobines en millimètres	Déviations pour le courant de Fermeture	Ouverture
150	5,5	5,5
140	8	8
130	14	14
120	23	23
110	32,5	32,5
100	46,5	46,5
90	60	60
80	79,5	79,5
70	97,5	97,5
60	116	116
50	136	136
40	156	156
30	175,5	175,5
20	192	192

et au trembleur à 80 mm 5 déviation à gauche
70 mm 7 id.

Nous avons dans cette expérience égalité entre le courant d'ouverture et celui de fermeture, et au trembleur de légères déviations au profit du courant d'ouverture. On pourrait objecter cependant que comme nous n'avions pendant toute la durée de l'expérience une déviation permanente de 15 à droite; les déviations de l'aiguille du côté gauche ont donc été gênées, tandis qu'au contraire, ce courant permanent favorisait le déplacement de l'aiguille du côté du courant de fermeture. Le phénomène de la prédominance du courant d'ouverture aurait donc été masqué par l'existence d'un courant de polarisation en sens opposé. Pour éliminer cette cause d'erreur, nous retournons les électrodes et nous obtenons ainsi un courant de polarisation donnant une déviation de 15 à gauche et favorisant par conséquent le courant d'ouverture.

Nous obtenons alors dans ces conditions les chiffres suivants:

Distance des Bobines en millimètres	Déviations pour le courant de Fermeture	Ouverture
150	6	5
140	8	8
130	13	13
120	21	20
110	32	32
100	45	43
90	60	60
80	75	75
70	92	92
60	114	112
50	134	132
40	153	152
30	169	168
20	180	178

Nous voyons donc que, quelle que soit la direction du courant de polarisation, les résultats sont les mêmes; égalité pour les deux courants. C'est ce qui nous faisait dire (page 96), que l'existence d'une force électromotrice dans le circuit n'empêchait nullement la constatation de ce phénomène. En remettant chaque fois au 0, on peut très-bien faire les lectures des déviations balistiques sans tenir compte du courant permanent.

Expérience 20.

Au lieu de mettre les deux pieds dans une cuvette, nous n'en mettons qu'un seul: le droit, et nous fermons le circuit en plongeant l'index de la main gauche dans l'autre cuvette remplie d'eau additionnée de sulfate de zinc. Le galvanomètre est shunté au $^1/_{10}$, et nous constatons, avant de faire marcher l'appareil d'induction, une déviation de 3 divisions à droite.

Nous avons, après avoir remis au 0:

Distance des Bobines en millimètres	Déviations pour le courant de Fermeture	Ouverture
200	0,5	0,5
190	0,5	0,5
180	0,5	0,6
170	0,9	1
160	1	1

Distance des Bobines en millimètres	Déviations pour le courant de Fermeture	Ouverture
150	1,5	1,5
140	2	2
130	3	3
120	5,5	5,5
110	9	9
100	15	15
90	19	20
80	25	27
70	34	35
60	40	45
50	49	54
40	58	61
30	64	70
20	68	76
10	75	80
0	78	85

Au trembleur nous trouvons:

Distance des Bobines en millim.			
100	7	à gauche retombant rapidement à	3 et y restant
80	22		14
60	50		30
40	75		52
20	98		65
0	98		65

Nous avons encore dans cette expérience une prédominance très-faible du courant d'ouverture, quand même les électrodes donnent un courant de polarisation, très-minime il est vrai, mais au profit du courant de fermeture.

Au trembleur, et à 0 mm de distance entre les bobines (emboîtement complet) nous n'avons plus qu'une déviation de 65 divisions. Elle est plus petite déjà, et si nous ne sommes pas arrivés encore à diminuer l'effet du trembleur, c'est que nous n'avons pas réussi à éliminer complètement les résistances des surfaces.

Expérience 21.

Cette expérience est faite dans les mêmes conditions que la précédente; nous avons seulement ajouté de l'eau très-chaude et du

sulfate de zinc dans les cuvettes. Nous avons, sans courant d'induction 2 déviations à Droite; le courant de polarisation, toujours au profit de celui de fermeture, est donc encore plus petit dans cette expérience.

Nous obtenons, en faisant agir le courant d'induction, les résultats suivants :

Distance des Bobines en millimètres	Déviations pour le courant de Fermeture	Ouverture
200	0,5	1
190	1	1
180	1,5	1,5
170	2,5	2
160	2,5	2,5
150	4	4
140	5	5,5
130	10	9
120	14	14
110	20	22
100	29	30
90	42	40
80	52	52
70	65	65
60	78	78
50	90	90
40	105	105
30	115	114
20	125	125
10	135	135
0	139	139

Au trembleur, l'aiguille restait au 0, poussée par des oscillations si peu considérables, que nous n'avons pas à en tenir compte, et que nous n'aurions pu les mesurer, même approximativement.

Dans l'expérience 19, nous sommes arrivés à avoir une égalité parfaite entre les déviations des deux courants, et même, en retournant les fils, le courant de fermeture l'a emporté sur celui d'ouverture.

Dans l'expérience 20, nous avions aussi réussi dans une certaine mesure à égaliser les déviations des deux courants, sans toutefois y arriver complètement; la différence la plus forte, obtenue avec l'emboîtement complet, n'est que de 7 déviations; elle est donc relativement minime.

Dans l'expérience 21, nous sommes de nouveau arrivés à obtenir des résultats absolument conformes à ceux que l'on obtient sur un circuit métallique. Nous avons, en effet, trouvé des conditions telles, que nous avons pu obtenir des déviations égales pour les deux courants, en prenant de l'eau plus chaude et contenant plus de sulfate de zinc, c'est-à-dire, en rendant le contact plus parfait et en diminuant par là la résistance de surface.*)

Conditions qui peuvent rendre difficile la constatation de ces phénomènes.

1° Tout d'abord, la prédominance du courant d'ouverture peut être masquée, par le fait que la résistance totale du circuit est trop considérable. Nous avons expliqué ce phénomène à propos de l'expérience faite avec une orange, et démontré que, quand la résistance atteint une certaine valeur, les deux courants perdent leur intensité maximale; ils sont tous les deux arrêtés par cet excès de résistance, et c'est à peine si l'on peut quelquefois constater la prédominance du courant d'ouverture, d'autant plus que la petite amplitude des déviations, qui s'observent quand la résistance est trop grande, ne permet pas une mensuration exacte.

2° Le phénomène peut encore être masqué par le concours de circonstances diamétralement opposées. Le circuit sur lequel nous expérimentons se compose d'un galvanomètre sensible dont la bobine a un grand nombre de tours, et offre une résistance considérable 5000 Ohms, dans la plupart de nos expériences (c'est-à-dire quand il n'est pas shunté); la bobine secondaire a 1030 Ohms; nous avons donc une résistance métallique *invariable* de 6030 Ohms.

---

*) Disons, à propos de la résistance de surface, qu'un auteur anglais en a constaté l'existence pour les courants galvaniques d'une intensité variant entre 2,70 et 370 Milliampères. Grâce à des méthodes de mensuration très-précises, il put la rendre évidente même pour des électrodes plongeant complètement dans le liquide. Il employait comme électrodes le cuivre, le plomb, le zinc, le platine; et comme électrolytes des solutions de sulfate de cuivre ou de zinc, le sel de cuisine, le carbonate de soude, ou l'acide sulfurique dilué. Toutes ces expériences montrent que la résistance de surface diminue quand l'intensité augmente. (Wissenschaftliche Rundschau Nr. 44, 1889: *H. R. Sankey*, Versuche über den Widerstand electrolytischer Zellen (in Proceedings of the Royal Society 1889, Vol. XLV, No. 279; page 541).

Si la résistance de l'électrolyte intercalé dans le circuit est peu considérable, les variations que pourra subir la résistance dans cette partie du circuit, ne se feront que très-peu sentir.

Supposons par exemple que l'électrolyte présente une résistance totale (Résistance vraie et résistance de surface), de 1000 Ohms environ, nous aurions alors avec nos instruments une résistance totale du circuit de 7030 Ohms (galvanomètres 5000; Bobine induite 1030; électrolyte 1000). Supposons de plus, que le courant d'induction d'une certaine tension, ait la faculté de diminuer de moitié, la résistance de l'électrolyte, celle-ci tombera alors de 1000 à 500 Ohms, et nous aurons comme résistance totale 6530. Il est évident, que dans ces conditions, les déviations ne seront pas sensiblement différentes de celles que nous aurions obtenues auparavant; l'électrolyte ne constituant qu'une partie relativement minime de la résistance totale, sa résistance propre peut varier dans des limites très-étendues sans que le phénomène devienne appréciable à la mesure.

Nous trouvons, dans les expériences 3 et 8, des preuves à l'appui de ce que nous venons de dire:

a) Dans l'expérience 3 (page 85), la résistance du circuit doit être assez considérable puisque, pour la distance d'emboîtement de 100 mm, le galvanomètre ne donne que 11,5 déviations à la fermeture et 19 à l'ouverture, et à 0 mm 146 et 200. Nous avons obtenu par contre dans d'autres expériences (non citées dans ce travail), où nous avions affaire à un circuit purement métallique à résistance totale de 6030 Ohms des déviations de 77 à 100 mm. Or nous savons que la force électromotrice restant constante, les déviations sont inversément proportionnelles aux résistances.

Nous pouvons donc calculer la résistance dans Ohms l'expérience 3 en posant la proportion:

$$\frac{19}{77} = \frac{6030}{x} = 24437{,}4 \text{ Ohms};$$

si nous retranchons de ce chiffre la résistance du galvanomètre: 5000 et celle de la bobine 1030, nous aurons trouvé approximativement la résistance du corps dans cette expérience-là; elle sera de *18407,4* Ohms.

b) Dans l'expérience 8 (page 89), nous avons à 100 mm des déviations de 26 et de 28. ce qui nous donne déjà la preuve que la résistanee de l'électrolyte est moins considérable que dans l'expérience 3.

Calculons la résistance totale : Nous aurons :

$$\frac{28}{77} = \frac{6030}{x} \text{ d'où } x = 16582,5$$

et, en en retranchant de nouveau 6030 Ohms, il reste *10552* Ohms : cette résistance est plus petite que pour l'expérience précédente, aussi la différence entre les deux courants est-elle moins marquée dans le dernier cas, que dans le premier.

Nous basant sur ce fait que :

Pour que les phénomènes soient constatables, les résistances métalliques (résistances stables) ne doivent pas être trop considérables vis-à-vis de celle de l'électrolyte, nous nous sommes dit que la prédominance du courant d'ouverture sur celui de fermeture devait être encore plus marquée qnand on emploie une bobine à résistance inférieure, et quand, en shuntant le galvanomètre, on diminue sa résistance.

Dans ces conditions, c'est alors l'électrolyte qui représente la plus forte résistance du circuit, et les moindres variations que subira celui-ci sous l'influence des courants se manifestera plus nettement. Malheureusement pour la constatation de ce phénomène, une bobine à gros fil, moins résistante, aura aussi moins de tension, et le galvanomètre shunté moins de sensibilité : les déviations deviendront par ce fait beaucoup moins considérables, et nous perdons d'un côté une partie de ce que nous gagnons de l'autre.

Nous avons employé pour ces expériences une bobine à gros fil d'une résistance de 18 Ohms. Le galvanomètre est shunté au $^1/_{10}$ Le sujet sur lequel nous avons opéré nous a fourni des résultats assez frappants, comme on peut le juger par les chiffres qui suivent :

Expérience 22.

Le courant de polarisation donne 2 à Droite.

Distance des Bobines	Déviations pour le courant de Fermeture	Ouverture
0 mm	0	16,5
0	0	16,5
0	0	16,5

Les fils étant retournés, nous avons maintenant le courant de polarisation dirigé dans le sens du courant d'ouverture, ce qui nous donne alors :

Distance des Bobines	Déviations pour le courant de Fermeture	Ouverture
0 mm	0	20
0	0	20

c'est-à-dire que le courant d'ouverture a au moins 20 fois plus de quantité que celui de fermeture.

Citons encore une expérience faite, sans courants de polarisation, et avec le galvanomètre shunté d'abord au $^1/_{10}$:

Expérience 23.

Distance des Bobines	Déviations pour le courant de Fermeture	Ouverture
0	0,5	14

Nous voyons donc que, pour se placer dans des conditions aussi favorables que possible à la constatation du phénomène de Gaertner; *quantité beaucoup plus forte pour le courant d'ouverture que pour celui de fermeture,* il faut:

1° Que la résistance de l'électrolyte interposé soit assez importante vis-à-vis des résistances métalliques, pour que ses variations propres puissent se marquer au galvanomètre.

2° Que les résistances que nous avons qualifiées de résistance de surface, de passage ou de contact soient au maximum.

Dans son travail, *Gaertner* cite sommairement des expériences faites par le Professeur *Fleischl* (de Vienne), nous les reproduirons plus au long ici, en les discutant:

1° Il expérimente sur des nerfs fraîchement coupés: Dans une première expérience, un cordon nerveux de 12 mm de long est intercalé entre deux pinceaux, de telle façon que ses deux surfaces de section soient en contact avec ceux-ci.

Il obtient, sans courant de polarisation:

Fermeture	Ouverture
67	73
67	73

Il y a donc une prédominance du courant d'ouverture, dont nous ne pouvons cependant apprécier toute la valeur, ne connaissant ni la résistance du circuit, ni l'appareil d'induction, ni la sensibilité du galvanomètre employé.

En augmentant la force du courant (probablement par l'emboîtement des bobines) il a:

Fermeture	Ouverture
95	105
95	105

2° Changeant un peu les conditions d'expérience, il pose le nerf sur les pinceaux et ceci d'une manière telle que le nerf, au lieu de toucher par sa *surface de section* les conducteurs, les touche par un *point de sa péripherie.*

Le courant de polarisation est de 6 à droite, c'est-à-dire au profit du courant de fermeture.

Il a alors les chiffres suivants:

Fermeture	Ouverture
68	126
87	130
83	138
93	141
93	141
92	145

Le phénomène de prédominance au profit du courant d'ouverture, se manifeste plus nettement dans cette dernière expérience, ce qui s'explique facilement:

En appliquant les pinceaux (électrodes) sur la surface de section du nerf, surface plus ou moins plane, le contact se fait plus parfaitement que dans le deuxième cas, où il les applique sur la périphérie du cylindre nerveux. Le point de contact, en effet, est ici réduit à un minimum (deux circonférences ne se touchant théoriquement que par un point mathématique). Les résistances de surface, ou de passage sont notablement augmentées; le courant de fermeture ne passera que par le point de contact, tandis que celui d'ouverture pouvant vaincre dans une certaine mesure la résistance de la couche d'air ambiante, passera par une plus grande surface de la circonférence du nerf, et le résultat en sera une augmentation, à son profit, des déviations galvanométriques.

3° Après ces expériences, le professeur viennois prit le même cordon nerveux, le malaxa fortement entre les doigts, le lava, et remit

*) Dr. *E. von Fleischl*: Untersuchungen über die Gesetze der Nervenerregungen (Sitzungsberichte der Mathematisch- naturwissenschaftlichen Classe der Academie der Wissenschaften. Wien 1878 LXXVII Band, III. Abtheilung).

ensuite sur les électrodes ce tissu modifié et dans sa forme, et dans sa composition; il obtint alors les résultats suivants:

Fermeture	Ouverture
227	226
231	229
228	224
222	225

Nous voyons les déviations devenir égales pour les deux courants.

Fleischl explique ce fait en disant que le nerf agit *alors* comme un corps conducteur indifférent.

Nous expliquerons, de notre côté, ces résultats de la manière suivante:

Tout d'abord, en malaxant le nerf et en remettant sur les électrodes cette masse plus ou moins triturée, plus molle, et facilement déformable, le contact s'est trouvé beaucoup plus intime; ceci déjà devait diminuer la *résistance de surface*, et par conséquent rendre moins sensibles ou même faire disparaitre les différences entre les deux courants.

Dans cette troisième expérience nous remarquons encore que les déviations sont beaucoup plus fortes que dans les deux autres: Ne connaissant pas, comme nous l'avons dit plus hant, les résistances de l'appareil d'induction, ni la sensibilité du galvanomètre, nous ne pouvons apprécier en Ohms la résistance du circuit total, mais nous pouvons cependant affirmer, vu l'amplitude plus grande des oscillations, que la résistance a été réduite, par le malaxation du nerf. Très probablement alors, cette résistance se trouvait petite, vis-à-vis des résistances stables (Bobine secondaire et galvanomètre), et, le courant d'ouverture aurait-il eu une prédominance, celle-ci n'aurait pas pu être constatée au galvanomètre.

Arrivés au terme de ces expériences sur la résistance, nous constatons donc avec Gaertner que la résistance du corps diminue avec la tension des courants d'induction qui le traversent, et qu'elle est beaucoup plus petite pour le courant d'ouverture que pour celui de fermeture.

Mais à *l'inverse de Gaertner*, nous retrouvons le même phénomène sur un électrotyte quelconque, lorsque nous savons nous placer dans des conditions d'expérimentation favorables.

D'autre part, nous réussissons aussi à obtenir des déviations égales pour les deux courants, lors même que le corps est intercalé. Nous

en concluons donc que cette résistance qui varie avec la tension même des courants, est une *résistance de surface,* provenant d'un contact imparfait. Cette résistance ne peut être vaincue que par des courants de haute tension, et l'on peut dire que: plus un courant est tendu, plus il pénètre par toute la surface de l'électrode, ou, ce qui revient au même, plus les surfaces d'entrée et de sortie sont grandes pour lui.

Nous expliquons ainsi: la prédominance du courant d'ouverture sur celui de fermeture, les variations continuelles que présentent pour des courants de tension différente la résistance du corps, enfin le fait que nous avons signalé plus haut, c'est qu'en mesurant la résistance du corps avec un courant galvanique, on trouve toujours des chiffres plus considérables que lorsqu'on la mesure pour des courants d'induction. Les courants galvaniques ont en effet une tension relativement faible. Ils diminuent aussi la résistence de la peau d'une manière lente et durable, mais par un autre mécanisme (effets électrolytiques, et vaso-dilatateurs), que les courants d'induction. Par contre, ils ont trop peu de tension pour pouvoir franchir la résistance au point où le contact n'est pas parfait. Les courants d'induction, même avec un grand écartement des bobines, ont, à quantité beaucoup plus petite que les galvaniques, une tension beaucoup plus considérable, et franchissent par là même beaucoup mieux la résistance de surface.

Du reste, même en considérant seulement ce qui se passe pour le courant galvanique, on doit faire entrer en ligne de compte, ici aussi, cette résistance de surface, ou de passage. Nous savons que, ayant au début d'une expérience un nombre d'éléments = x qui nous donne une intensité de y, si nous doublons le nombre des éléments, nous n'aurons nullement une intensité de 2 y, mais au contraire une de 3, de 4 et même de 5 y. Cette diminution de résistance est ci rapide, qu'il semble impossible de l'expliquer seulement par les effets de cataphorèse ou d'électrolyse. *Il faut faire encore entrer en ligne de compte cette résistance de surface qu'un courant de tension double* franchira plus facilement.

Nous avons indiqué que l'on peut à la rigueur mesurer la quantité des courants d'induction en unités de quantité: Microcoulombs, mais nous avons vu qu'à moins de connaître la résistance du circuit, il est illusoire de s'attacher à l'exprimer en unités scientifiques et qu'il faut se contenter, si l'on veut graduer un appareil, d'établir pour celui-ci, sa courbe en %; il serait même utile, puisque la résistance du corps

diminue avec la tension du courant qui le traverse, d'établir cette courbe, *non pour les déviations que produit le courant sur un circuit métallique, mais bien pour le courant d'ouverture traversant la résistance du corps.*

Ce serait donc dans notre courbe (pl. 2) la ligne —— qui représenterait, dans les conditions ordinaires de l'électrothérapie, les quantités croissantes de nos courants.

Nous avons vu en effet, d'après les courbes que l'intensité croît beaucoup plus rapidement quand le corps est interposé et que, par exemple, pour le courant d'ouverture l'intensité maximale de 100% est obtenue déja à 30 mm, tandis que pour le circuit métallique, il feut arriver à l'emboîtement complet des bobines.

Dans toutes les mensurations que nous avons faites, soit que l'on exprime dans un cas spécial les chiffres en Microcoulombs, soit qu'on le fasse en divisions arbitraires, c'est, nous le répétons, toujours la *quantité* qui a été mesurée.

Cette quantité peut-elle être à un degré quelconque la mesure de l'effet physiologique? *Non!*

Nous savons, en effet, depuis longtemps que des courants de même quantité peuvent avoir un effet physiologique différent. Tous les traités de physique ou d'électrothérapie signalent les effets différents produits par le courant d'ouverture et de fermeture et les attribuent à leur inégalité de tension, malgré l'égalité de quantité.

C'est aussi un fait connu depuis longtemps, que les bobines d'induction à gros fil donnent de plus fortes secousses que celles à fil fin, lorsque la résistance du corps n'est pas trop élevée. *)

Si par contre, la résistance est considérable (électrodes ou peau sèches), la bobine fine seulement, et en vertu de sa tension plus élevée peut arriver à vaincre cette résistance et à produire des effets. Avec des électrodes bien humectées, bien appliquées, et serrées contre la surface de la peau, la bobine à gros fil, quoique ayant moins de tension, puisque son hélice est composée d'un moins grand nombre de tours de fil, produit des contractions musculaires beaucoup plus intenses, et souvent plus douloureuses.

---

*) Voir à ce sujet les discussions souvent assez vives entre *Duchenne* et *Becquerel* (*Duchenne*: de l'électrisation localisée, Paris 1872; *Becquerel*, application de l'électricité à la thérapeutique. Paris 1857 (page 58).

Nombre d'auteurs ont constaté ce fait et l'ont expliqué en disant que si la bobine à gros fil agit mieux, c'est *parce qu'elle a plus de quantité;* et ils s'appuient pour cette explication sur les différents traités de physique qui attribuent plus de quantité au courant produit dans un gros fil. *Ils oublient que la quantité d'un courant d'induction, toutes choses restant égales d'ailleurs, dépend de la Résistance totale du circuit sur lequel circule ce courant.* Le courant d'une bobine à gros fil ne peut évidemment avoir plus de quantité que celui de la bobine à fil fin que dans une seule circonstance, c'est-à-dire quand la résistance extérieure du circuit est assez minime pour que la quantité dépende à peu près uniquement de la résistance de la bobine.

Dans ce cas là uniquement, la galvanomètre balistique nous indiquera clairement que la bobine à gros fil a une quantité plus grande que celle à fil fin. Cette dernière a forcément plus de quantité quand le corps, qui a une résistance relativement considérable est intercalé dans le circuit. Nous avons ici un fait analogue à celui bien connu dans la galvanisation, à propos des piles à grande ou petite surface: pour électriser le corps avec des éléments, il faut accumuler les forces électromotrices, car la résistance intérieure des éléments est pour ainsi dire négligeable. Il en est de même pour l'induit, quoique à un degré moins élevé, puisque la résistance intérieure des piles est minime, tandis que celle de la bobine peut être considérable: 1030 Ohms par exemple pour notre fine bobine. L'expérience confirme ces déductions à priori.

Nous avons expérimenté en nous servant pour produire l'induction de 4 Callaud dont le courant circulait sur une bobine primaire de 3,87 Ohms de résistance. L'inducteur a deux bobines secondaires que l'on peut changer à volonté, l'une de 10050 tours d'un fil de 0,2 mm a une résistance de 1030 Ohms; l'autre, d'une résistance de 18 Ohms seulement a 2218 tours d'un fil de 0,7 mm. Nous faisons varier les résistances extérieures et nous obtenons avec le galvanomètre balistique, dont les déviations mesurent les quantités, les résultats suivants:

Avec une résistance extérieure considérable fournie par les 5000 Ohms du galvanomètre et par un rhéostat de graphite de 12500 Ohms, nous voyons que les quantités sont à peu près proportionnelles aux tensions. La bobine fine, qui a une tension environ 5 fois plus forte, donne une quantité environ 5 fois plus forte aussi, comme le montrent les chiffres suivants.

Expérience 24.

Distance des Bobines en millimètres.	Déviations avec la Bobine Gros fil	Fin fil
0	7,8	39
10	7,5	37
20	7,2	35,5
30	6,9	32,5
40	6,2	29
50	5,5	26
60	4,8	21,5
70	3,9	16,5
80	3,2	15
90	2,7	12
100	2,8	8,5
110	1,4	6,2
120	1	4

Sur cette grande résistance les quantités sont à peu près dans le même rapport que les tensions mesurées par les tours de fil.

Expérience 25.

Nous éliminons la résistance surnuméraire de 12500 Ohms, et shuntant le galvanomètre au $^1/_{10}$, nous abaissons la résistance extérieure à 500 Ohms. Nous voyons alors *la grosse bobine gagner en quantité* sur ce circuit peu résistant, sans toutefois donner déjà autant que celle à fil fin, comme le montrent les chiffres suivants :

Distance des Bobines	Déviations avec la Bobine Gros fil	Fil fin
0	245	460
50	170	310
100	70	110
150	0	12,5

Sur cette résistance extérieure de 500 Ohms la bobine à fil fin a encore une quantité presque double.

Expérience 26.

Nous shuntons le galvanomètre au $^1/_{100}$ et par là nous réduisons la résistance extérieure à 50 Ohms seulement; la bobine à gros fil

qui n'a que 18 Ohms l'emporte alors sur celle à fil fin de 1030 comme nous le montrent les chiffres suivants :

Distance des Bobines	Déviations pour les Bobines	
	Gros fil (18 Ohms)	Fil fin (1030 Ohms)
0	2000	650
50	1400	450
100	500	150
150	80	25

Nous voyons donc que pour ces deux bobines, même quand la résistance extérieure n'est que de 500 Ohms, la quantité est toujours plus grande pour la bobine à fil fin, ou de haute tension. Le calcul et l'expérience faite au galvanomètre démontrent qu'il faut que la résistance extérieure soit réduite à 260 Ohms pour que nos deux bobines ayent la *même quantité*. *Au dessus* de ce chiffre la bobine à fil fin a l'avantage, *au dessous* c'est la bobine à gros fil qui a le plus de quantité. Or comme, en électrothérapie, il est bien rare que la résistance extérieure arrive à un chiffre si bas (elle dépasse ordinairement 1000 et arrive très-souvent à 5000 ou 10000), *il est évident que la bobine à gros fil ne peut jamais avoir dans ces circonstances une quantité plus grande que la bobine à fil fin.*

Nous ne pouvons donc accepter comme juste l'explication donnée plus haut, et qui se base sur la plus forte quantité de la bobine à gros fil, car *jamais en électrothérapie*, la bobine à gros fil n'a plus de quantité ; il est du reste facile de le démontrer au galvanomètre en intercalant le corps dans le circuit, comme le montre l'expérience suivante.

Expérience 27.

Le courant est appliqué sur le bras du sujet. L'appareil est actionné par 4 Callaud; le galvanomètre est shunté au $^1/_{10}$ et les bobines sont emboîtées complètement :

Bobine gros fil

Fermeture	Ouverture	
(Pas de déviation appréciable).	16,5	Moyenne de 5 ouvertures.
	16,5	
	16,5	17,5
	20	
	20	

Bobine fil fin

Fermeture		Ouverture	
18	Moyenne de	38	Moyenne de
18	4 fermetures	40	4 ouvertures
15	16,5	45	42
15		45	

Malgré ce chiffre beaucoup plus élevé: 42, pour la Bobine à fil fin, que pour la Bobine à gros fil: 17,7, nous voyons cependant cette dernière produire des contractions très-fortes et même douloureuses, tandis que la bobine fine donne des secousses à peine visibles.

Dans une autre expérience la différence était encore plus sensible: Nous avons obtenu en effet avec la bobine à gros fil une déviation de 4 divisions seulement, mais *produisant une secousse presque insupportable,* tandis qu'avec la bobine fine la déviation était de 70, et la secousse, tout en étant d'une certaine force, il est vrai, n'était cependant nullement désagréable.

Voilà donc un courant de *haute tension* (10050 tours de fil fin) et *d'une quantité représentée par 70 divisions,* qui donne une *secousse minime,* tandis qu'un courant *d'une tension beaucoup plus basse* (2218 tours de gros fil) et d'une *quantité égale à 4 divisions* produit une *secousse assez forte pour nous ôter toute envie de recommencer l'expérience.*

Nous sommes donc en présence d'un phénomène qui paraît paradoxal:

Forte tension et forte quantité donnant un effet minime; faible tension et faible quantité donnant un effet énorme.

Nous n'avons trouvé nulle part l'explication de ce fait curieux, et nous nous sommes arrêtés à celle que nous a fourni le Docteur Dubois qui s'est occupé déjà auparavant de cette question. Il donne de ces faits une explication nouvelle, et se réserve de la démontrer expérimentalement dans un travail spécial. Il nous autorise à énoncer sa théorie à ce sujet, et à l'incorporer à notre travail. Voici ce qu'il dit à ce sujet:

«Quand un courant d'induction *de haute tension* (proportionnelle au nombre des tours de fil), et d'une *quantité considérable* (mesurée au galvanomètre balistique) produit *des effets physiologiques minimes,* nous sommes en droit de supposer que *quelque chose* s'oppose à l'établissement du courant et prolonge sa période ascensionnelle d'état variable.

Ce *quelque chose* peut être:

1° *Un courant circulant dans un circuit voisin.*

Nous connaissons 3 exemples de cette influence:

a) Influence de l'extra-courant de fermeture sur l'action physiologique du courant induit de fermeture ou courant inverse.

b) Influence des courants d'induction produits dans l'hélice secondaire fermée en court circuit, sur l'action physiologique du courant primaire (Extra-courant).

c) Influence du tube de cuivre de Duchenne introduit entre les hélices primaire et secondaire et modifiant l'effet physiologique de ces 2 courants.

2° *Un courant de sens contraire circulant dans l'hélice même, c'est-à-dire un extra-courant ou courant de self-induction.*

On sait que tout courant qui *nait* induit dans son propre circuit un courant de *sens opposé*. Cet effet est surtout marqué quand le circuit affecte la forme du solénoide. *Tout courant qui nait s'oppose à son propre établissement par un phénomène de self-induction.* Ce contre-courant circulant dans le *circuit même* doit avoir sur la forme de la décharge une influence bien plus grande que le courant circulant dans un *circuit voisin* comme dans les 3 exemples que nous venons de citer.

Ce courant instantané de sens contraire a pour effet de prolonger la période d'état variable du courant qui s'établit. Il modifie la courbe de la décharge, prolongeant sa *durée* aux dépens de sa *tension* ou *intensité maximale*, sans faire varier la *quantité*. L'effet galvanométrique reste le même, l'action physiologique est modifiée du tout au tout.

Ces effets de self-induction sont plus marqués dans les hélices composées d'un grand nombre de tours de fil; elles ont un coefficient de self-induction plus élevé. Le courant d'une hélice à fil fin *s'oppose plus à son propre établissement* que celui qui nait dans une hélice à gros fil.

La décharge de l'hélice à gros fil agit mieux sur le nerf moteur et le muscle, non pas *parce qu'elle a plus de quantité*, mais parce que à quantité inférieure le courant a plus d'intensité maximale; sa période ascensionnelle d'état variable est plus courte, le contre-courant de self-induction étant moins intense que dans la bobine à fil fin. — Nous nous réservons de démontrer et de mesurer ces courants de self-induction dont l'importance a été méconnue jusqu'ici».

CONCLUSIONS.

1° On peut à l'aide d'un galvanomètre sensible mesurer les décharges d'induction et graduer les appareils d'après les déviations obtenues aux divers degrès d'emboîtement des bobines.

2° En comparant ces déviations galvanométriques avec celles produites par des décharges de condensateurs d'une quantité connue on peut mesurer en unités scientifiques, Microcoulombs, la quantité des courants d'induction. Cependant les chiffres obtenus ne sont exacts que pour une résistance donnée.

3° Lorsque les courants sont appliqués sur le corps, une graduation de ce genre devient absolument illusoire, car comme Gaertner l'a montré et comme nos expériences le confirment, la résistance du corps varie avec la tension du courant qui le traverse.

4° Cette résistance variable est une résistance de surface, de contact ou de passage.

5° Quand bien même, tenant compte de la résistance du circuit on pourrait mesurer la quantité en Microcoulombs, cette quantité ne mesure en aucune façon l'effet physiologique. Quand les résistances dans le circuit ne sont pas trop grandes les courants des hélices à gros fil ont une action physiologique beaucoup plus marquée quoiqu'ils aient moins de tension et contrairement à l'opinion reçue *moins de quantité.*

6° Nous avons expliqué ce fait par l'existence des phénomènes de self-induction qui, dans certaines conditions de résistance extérieure, modifient du tout au tout la courbe de décharge.

7° L'étude des courants d'induction, au moyen du galvanomètre ne nous donne aucune indication exacte sur leur action physiologique. Elle démontre simplement un fait

facilement constatable du reste, c'est que la quantité du courant n'est pas proportionnelle à l'emboîtement des hélices exprimé en millimètres.

8° Dans l'état actuel de la science, nous ne possédons aucun moyen de mesurer exactement ce qu'on pourrait appeler *l'unité d'excitation électrique pour les courants d'induction.*

Peut-être arrivera-t-on par des mensurations combinées, avec des instruments différents: Galvanomètre et électrodynamomètre à déterminer les qualités physiques qui déterminent l'effet physiologique des courants d'induction.

En terminant ce travail nous tenons à exprimer tous nos remerciements à Monsieur le Docteur Dubois, privat-docent à Berne, qui nous a indiqué le sujet de ce travail, et a bien voulu diriger nos recherches.

Dr. Hans Frey.

Ueber eine neue Synthese der aromatischen Carbonsäuren.

(Eingereicht im Juli 1890.)

Einleitung.

Bekanntlich verdanken wir *Friedel* die Einführung des Aluminiumchlorids als Mittel für die Synthesen in der organischen Chemie, und es ist kaum eine Reaktion so fruchtbar als diese gewesen. Sehr bald erkannte man auch, dass in vielen Fällen mit Vortheil statt Al_2Cl_6 auch die Chloride des Zinks oder Zinns angewendet werden können. Nencki fand dann später, dass, während die genannten Metallchloride oder concentrirte Schwefelsäure die Einführung organischer Gruppen in den Benzolkern ermöglichen, ein anderes wasserentziehendes Agens, nämlich das Phosphoroxychlorid, vorzugsweise verwendet werden kann, um den hydroxylirten d. h. an Sauerstoff gebundenen Wasserstoff durch organische Radikale zu ersetzen. So gibt z. B. Salicylsäure mit Phenol und Zinnchlorid erhitzt das Salicylphenolketon nach der Gleichung:

$$C_6H_4\begin{cases}OH\\COOH\end{cases} + C_6H_5.OH = C_6H_4\begin{cases}OH\\CO.C_6H_4.OH\end{cases} + H_2O.$$

Mit Phosphoroxychlorid und Phenol dagegen den Salicylsäurephenolester, das Salol, nach der Gleichung

$$C_6H_4\begin{cases}OH\\COOH\end{cases} + C_6H_5.OH = C_6H_4\begin{cases}OH\\CO.OC_6H_5\end{cases} + H_2O$$

Salol.

Aehnlich wie die aromatischen verhalten sich auch die flüchtigen Fettsäuren beim Erhitzen mit Chlorzink und den Phenolen, und es wurden auf diese Weise einerseits aus Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure u. s. w., anderseits aus den verschiedenen Phenolen und α Naphtol von *Nencki**) und seinen Schülern eine ganze Reihe aromatischer Oxyketone dargestellt und genauer untersucht.

Es war nun naheliegend, auch das Verhalten aromatischer Kohlenwasserstoffe beim Erhitzen mit flüchtigen Fettsäuren und wasserentziehenden Agentien zu prüfen. Dieses Thema war der Gegenstand

*) Journal für praktische Chemie, Band 23, S. 147 u. 537 und Band 25 S. 273.

der im Nachfolgenden ausgeführten Versuche, und es ist mir gelungen, durch gleichzeitige Anwendung von Chlorzink und Phosphoroxychlorid eine neue Bildungsweise, nicht allein der aromatischen Ketone, sondern auch der aromatischen Carbonsäuren zu finden. Diese anders als bei den früheren Ketonsynthesen verlaufende Reaktion klar zu legen, sowie deren Produkte zu beschreiben, ist die Aufgabe dieser Zeilen.

Es muss noch bemerkt werden, dass schon früher durch Anwendung der *Friedel-Krafts*'schen Methode *Michaëlis**) aus Toluol und Essigsäureanhydrid das Tolylmethylketon erhalten hat und *Ador* und *Krafts***) aus Toluol mit Al_2Cl_6 und $COCl_2$ die Paratoluylsäure dargestellt haben.

---

1. Paratoluylsäuredarstellung aus Toluol und Essigsäure.

Um diese Synthese auszuführen, wurden zwei Reihen von Versuchen gemacht, im geschlossenen Rohre und im offenen Kolben.

Toluol, Essigsäure und Chlorzink wirken auch bei längerem Kochen nicht auf einander ein. Es wurden desshalb 20 gr Toluol und 20 gr Essigsäure mit 30 gr $ZnCl_2$ im zugeschmolzenen Rohre 10—15 Stunden lang auf 180—200° erhitzt. Bei dieser Temperatur trat nach und nach eine Reaktion ein unter Bildung eines schwärzlichen, schmierigen Produktes. Der Prozess wurde für vollendet gehalten, als sich die ursprünglich getrennten, klaren Flüssigkeiten vollständig in diese dickflüssige Masse verwandelt hatten. Beim Oeffnen der Röhre entwich unter starkem Drucke eine grosse Menge Salzsäure, sowie ein angenehm riechendes Gas. Der ganze Inhalt der Röhre wurde mit viel Wasser ausgespült, wodurch man eine wässerige Lösung von $ZnCl_2$ und der überschüssigen Essigsäure erhielt, währenddem das leichtere Harz darauf schwamm. Dasselbe wurde mit 5prozentiger Natronlauge gekocht und das erhaltene Filtrat mit HCl versetzt. Der ausgefallene weisse, krystallinische Körper erwies sich als Toluylsäure. Die Menge derselben war aber zu gering, um eine eingehende Verfolgung der Reaktion zu ermöglichen. Die hierauf mit Zinnchlorid in gleicher Weise angestellten Versuche ergaben ebenfalls namentlich wegen der Zinndoppelsalze eine schlechte Ausbeute.

Man musste desshalb darnach trachten, die Reaktion schon bei niedrigerer Temperatur einzuleiten, und dieses wurde erreicht durch

*) Berliner chem. Ber. Bd. 15, S. 185.

**) Berliner chem. Ber. Bd. 10, S. 2175.

das noch stärker wasserentziehend wirkende Phosphoroxychlorid. Durch Anwendung desselben zugleich mit $ZnCl_2$ erhält man die Säure auch im offenen Kolben ziemlich glatt und in befriedigender Menge. Es wurde desswegen in der Folge die in grossen Quantitäten nothwendige Substanz stets nach der zweiten Methode gewonnen, selbstverständlich immer mit Variation der in Anwendung kommenden Substanzmengen, sowie der verschiedenen übrigen Bedingungen des Prozesses. Es hat sich hiedurch nachstehende Gewinnungsweise als die vortheilhafteste ergeben.

Darstellungsweise. In einem gut getrockneten Kolben, welcher mit Rückflusskühler versehen ist, werden 2 Theile Eisessig, 2 Theile gekörntes Chlorzink und 1 Theil Tolnol unter häufigem Umschütteln bei 105—110° auf dem Paraffinbade gekocht. Dadurch geht das $ZnCl_2$ nach und nach vollständig in Lösung, und es bilden sich zwei scharf getrennte Schichten. Ist dies erreicht, so wird durch den Kühler in kleinen Portionen 1 Theil Phosphoroxychlorid eingetragen. Dieses muss mit grosser Vorsicht geschehen, weil die Einwirkung von $POCl_3$ leicht zu heftig werden kann. Desshalb ist es nothwendig, vor dem Nachgiessen jeweilen tüchtig umzuschütteln und während desselben den Kolben aus dem Paraffinbade herauszuheben. Gleich die ersten Antheile von $POCl_3$ bewirken eine lebhafte Entwicklung von Chlorwasserstoffsäure, welche bis zum Ende der Reaktion anhält und durch ihre jeweilige Quantität ein Kriterium für den mehr oder weniger schnellen Verlauf der Einwirkung abgibt. Sobald alles Phosphoroxychlorid hinzugefügt ist, beginnt der Kolbeninhalt, der bis zu diesem Momente klar und farblos bleibt, gelb zu werden, und zwar vorab die untere der beiden Schichten. Man regulirt nun den Bunsen-Brenner so, dass die Flüssigkeit fortwährend in schwachem Kochen erhalten wird, was einer continuirlichen Temperaturerhöhung von 115 auf 130° entspricht. Je nach der Menge der verwendeten Substanzen, 30—50 gr Toluol, dauert diese letzte Phase $^1/_2$—$1^1/_2$ Stunden. Während dieser Zeit vermischen sich die 2 ursprünglichen Schichten und die Farbe der dickflüssig werdenden Masse wird zunächst bräunlich, dann dunkelgrün und zuletzt tief grünlich-schwarz. Wenn diese Farben-Nuance auftritt, so geht die Reaktion ihrem Ende entgegen. Dasselbe ist erreicht, wenn statt der einzelnen grossen HCl- Blasen, die bis dahin fortwährend aufsteigen, auf einmal eine Menge kleiner Bläschen, oft explosionsartig im Kolben entstehen, die zwar noch immer Salzsäure enthalten, aber eine weitergehende Umsetzung der Körper anzeigen,

was aus der reichlichern Verharzung und der geringern Ausbeute ersichtlich ist. Sobald diese Erscheinung sich zeigt, entfernt man den Kolben sofort aus dem Paraffinbade und lässt am Kühler erkalten. Die völlig abgekühlte Masse wird dann mit viel Wasser versetzt und das hiedurch abgeschiedene, pechartige Harz durch Scheidetrichter von der wässerigen Lösung, welche phosphorige Säure, Salzsäure und $ZnCl_2$ enthält, getrennt und mit 5prozentiger Natronlauge ausgekocht. Dadurch wird die gebildete Paratoluylsäure als Natronsalz aus dem Harze ausgezogen, während letzteres zugleich eine härtere Consistenz annimmt. — Die Menge desselben blieb auch bei der sorgfältigsten Leitung des Prozesses immer ziemlich beträchtlich, ja es scheint sogar, dass die Verharzung zur Bildung der Säure unerlässlich ist. Alle Versuche einer weitern Verarbeitung dieses Nebenproduktes blieben ohne Erfolg, da weder mit H_2SO_4, HNO_3 etc. noch mit Alkohol, Aether, Benzol etc. ein krystallinischer Körper erhalten werden konnte. — Die mit NaOH gewonnene gelbliche Lösung wird filtrirt und mit concentrirter Salzsäure versetzt, wodurch unter Bildung von Kochsalz die Paratoluylsäure als weisses Pulver ausfällt. Von Beimengungen kann dieselbe am besten gereinigt werden durch nochmaliges Lösen in NaOH oder Na_2CO_3 und Fällen mit HCl, währenddem ein Umkrystallisiren aus siedendem Wasser wegen der Flüchtigkeit der Säure mit Wasserdampf nicht vortheilhaft ist.

Die oben beschriebene Gewinnungsweise der Paratoluylsäure ist am ausgiebigsten, wenn ca. 80 gr Eisessig, 80 gr $ZnCl_2$, 40 gr Toluol und 40 gr $POCl_3$ zur Verwendung kommen. Bei diesem Verhältniss kann bei vorsichtiger Leitung des Prozesses eine Ausbeute an Säure von 30—35 % des in Reaktion getretenen Toluols erhalten werden. Bei der oftmals versuchten Verarbeitung grösserer Mengen musste relativ mehr $POCl_3$ zugesetzt werden, und dennoch war die Quantität der erhaltenen Säure im Verhältniss eine geringere.

Die Analysen der in der dargelegten Weise erhaltenen und gereinigten Substanz lieferten zwar unter sich stimmende Zahlen, welche aber mit den für die Toluylsäure berechneten in Bezug auf C bis um 1 % differirten. Dieser Unterschied rührte offenbar von noch nicht entfernten Beimengungen her, was auch die spätere Nitrirung bestätigte. Zur vollständigen Reinigung wurde ein grösseres Quantum der Substanz sorgfältig sublimirt, wobei sich die Säure in äusserst feinen, schneeweissen Nadeln ansetzte und ein bräunlicher, harziger Rückstand blieb. Die Analyse derselben ergab der Formel $C_8H_8O_2$ gut entsprechende Werthe.

I. 0,3066 gr. Substanz gaben 0,7849 gr. CO_2 und 0,1692 gr. H_2O.
II. 0,3400 gr. Substanz gaben 0,8663 gr. CO_2 und 0,1860 gr. H_2O.
III. 0,2499 gr. Substanz gaben 0,6473 gr. CO_2 und 0,1335 gr. H_2O.

$C_8H_8O_2$ verlangt	Analysen der sublimirten Substanz		Analysen der mit HCl gefällten Substanz	
		III.	II.	I.
C	70,59	70,66	69,81	69,49
H	5,88	5,93	6,38	6,07

Auch *die Moleculargewichtsbestimmung* steht mit der Formel der Paratoluylsäure im Einklange. Die Versuche wurden nach der Methode von Raoult durch Depression des Erstarrungspunktes des reinen Phenols durch Hinzufügung kleiner Mengen der Substanz vorgenommen. Die 3 Serien von Bestimmungen ergaben:

	Phenol	Substanz	Depression	Moleculargewicht
I.	19,1680 gr.	0,2740 gr.	0,726°	149
II.	19,1680 „	0,3817 „	1,044°	145
III.	15,2940 „	0,0735 „	0,290°	126

Die Formel $C_8H_8O_2$ verlangt 136.

Die zu wiederholten Malen gemachte *Schmelzpunktbestimmung* ergab 175—176°. Beilstein und Yssel fanden 176—177°; einige Lehrbücher geben 180° an.

Das zuerst von Brückner*) erhaltene *Dinitroprodukt* wurde ebenfalls dargestellt, indem man 1 Theil der Substanz in einer Mischung von 20 Theilen H_2SO_4 und 10 Theilen reiner concentrirter HNO_3 in der Wärme löste und durch Erkalten auskrystallisiren liess. Die durch diesen Prozess:

$$C_6H_4\begin{cases}CH_3\\COOH\end{cases} + 2HNO_3 = C_6H_2(NO_2)_2\begin{cases}CH_3\\COOH\end{cases} + 2H_2O$$

erhaltenen, fein ausgebildeten Blättchen wurden mit H_2O gut ausgewaschen, getrocknet und zur Analyse verwendet. 0,2119 gr Substanz lieferten 23,8 cm^3 Stickstoff bei 16° und 710 mm, was 12,15% N ent-

*) Berliner chem. Ber. Bd. 8, S. 1678.

spricht; die Formel $C_6H_2(NO_2)_2.CH_3.COOH$ verlangt 12,396 N. Die Schmelzpunktbestimmung ergab 158° (Brückner 157—158°). Auch die eigenthümliche Beobachtung, dass die Säure unter Wasser schon unter 100° schmilzt, konnte bestätigt werden.

Bei der Nitrirung tritt ein eigenthümlicher, sehr an *Moschus erinnernder Geruch* auf. Derselbe rührt aber offenbar nur von verunreinigenden Nebenprodukten des zu diesem Zwecke einfach durch Fällung mit HCl gewonnenen Materials her; denn die sublimirte Paratoluylsäure, sowie die später zu erwähnende aus dem Ketonöl gewonnene, zeigten bei der Nitrirung keinerlei Geruch. Auch Brückner hat bei seiner aus Camphercymol gewonnenen Toluylsäure nichts Derartiges bemerkt.

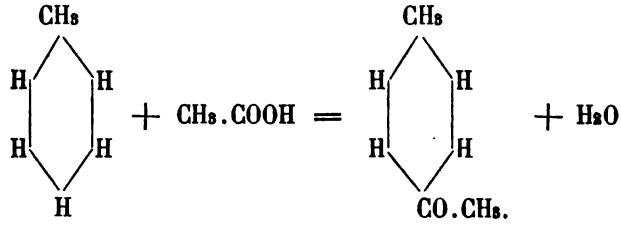
Durch Oxydation der Toluylsäure durch Kaliumpermanganat in alkalischer Lösung erhält man *Terephtalsäure* $C_6H_4(COOH)_2$ 1. 4., welche durch ihr eigenthümliches Verhalten bei der Sublimation sich leicht von ihren Isomeren unterscheiden lässt. Diese Reaktion zeigt, dass die Methylgruppe zur Carboxylgruppe in der Parastellung 1, 4 steht.

---

2. Verlauf der Reaktion.

Nachdem das Endprodukt der Einwirkung der oben angegebenen 4 Körper vollständig erkannt war, schien es angezeigt, den ganzen Verlauf der Reaktion näher zu verfolgen.

I. Offenbar bildete sich zuerst aus Toluol und Essigsäure durch Wasserentziehung mittelst $ZnCl_2$, wie bei den bekannten Synthesen der Oxyketone von Nencki*) das Methyl-Tolylketon nach der Gleichung:



Um diese erste Phase nachzuweisen, wurde der Prozess der Toluylsäuredarstellung**) etwa 10—15 Minuten nach dem Dunkelgrünwerden des Kolbeninhaltes unterbrochen. Aus der jetzt erst wenig

*) Journal für praktische Chemie, Band 23, 147, 537 u. Band 25 S. 273.
**) Siehe diese Arbeit, S. 123.

verharzten Masse wurde das vermuthete Keton durch 3—4 stündiges Uebertreiben mittelst Wasserdampf ausgezogen. Das dadurch erhaltene Oel wies neben dem Geruch nach unangegriffenem Toluol auch einen stark ätherischen auf. Durch fraktionirte Destillation kann das Keton einerseits von dem leichtflüchtigen Toluol und anderseits von der ebenfalls in kleiner Menge gebildeten Toluylsäure, welche im Kolben zurückbleibt und in schönen farblosen Krystallen sich darin ausscheidet, getrennt werden.

Bei oftmaligem Wiederholen des Destillationsprozesses erhält man ein bei 216—217° siedendes Oel, was mit der Angabe von Michaelis 217° für das Methyltolyketon übereinstimmt. Unsere Versuche haben im weitern auch die Stellung der CH_3-Gruppe zur $CO.CH_3$-Gruppe dargethan; denn da aus diesem Keton die Paratoluylsäure gewonnen werden kann, so ist dasselbe offenbar das Paramethyltolyketon von der Formel

$$C_6H_4 \begin{cases} CH_3 \ (1) \\ CO.CH_3 \ (4). \end{cases}$$

Die Analysen des Oels stimmten nicht sehr gut mit dieser Formel überein.

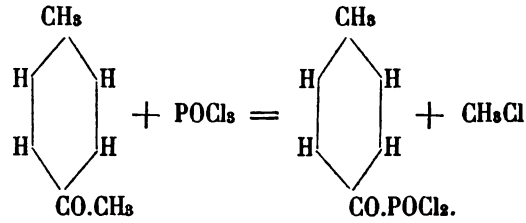
0,293 gr. Substanz gaben 0,8533 gr. CO_2 und 0,2249 gr. H_2O.

$C_9H_{10}O$ verlangt	gefunden
C 80,59	80,16
H 7,46	8,60

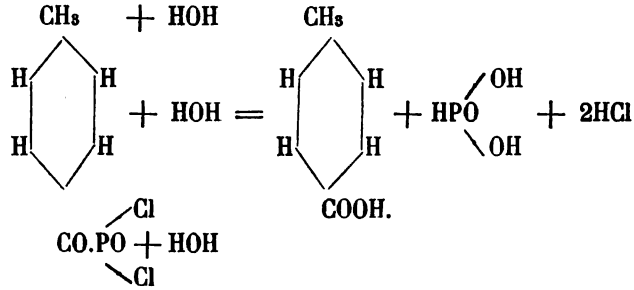
Es rührt dies offenbar von einem kleinen, nachgewiesenen Gehalte an Cl her, welcher, wie auch Michaelis seinerzeit fand, trotz vielmaliger sorgfältiger Reinigung durch fraktionirte Destillation nicht vollständig eliminirt werden kann, was bei der Analyse eine Vermehrung des Gewichts des Chlorcalciumrohrs bewirkt.

Um desswegen doch ganz sicher zu sein, wurde aus einer grössern Quantität des Oels das Dibromprodukt nach der Vorschrift von Michaelis dargestellt, mit dem Unterschiede jedoch, dass man den erhaltenen Körper nicht in NaOH sondern einfach in Wasser brachte, wodurch nach einigen Tagen die ganze Masse breiartig erstarrte. Die gereinigten, aus 60prozentigem Alkohol in grossen Nadeln erhaltenen Krystalle zeigten den Schmelzpunkt bei 99° (die von Michaelis aus concentrirtem Alkohol erhaltenen Schüppchen bei 100°). Die Analyse ergab für 0,2047 gr Substanz 0,2612 gr Bromsilber, was 54,30% Brom entspricht; die Formel $C_9H_8Br_2O$ verlangt 54,84% Br.

II. Zum weitern Studium des Prozesses verarbeitete ich eine neue Portion auf Paratoluylsäure und fing während des Versuches die aus dem Kühler entweichenden Gase auf. Es geschah dies in einem Eudiometer, das in viel Wasser stand und durch eine Leitung mit Quecksilberverschluss mit dem Kühlerende verbunden war. Die in grosser Menge sich bildenden HCl Dämpfe lösten sich vollständig in H_2O auf; daneben aber sammelte sich im Eudiometer, namentlich während der letzten Phase des Prozesses, ein farbloses Gas an. Dasselbe brannte mit grüngesäumter Flamme und erwies sich daher als Chlormethyl CH_3Cl. Gestützt auf diesen Nachweis, verläuft die weitere Reaktion im Sinne nachstehender Gleichung:



III. Bringt man diese Verbindung $C_6H_4.CH_3.COPOCl_2$, welche sehr unbeständig ist, mit H_2O zusammen, so zersetzt sich dieselbe wie folgt:



Obschon die ganze Darstellung der Toluylsäure in oben dargelegter Weise durch sorgfältiges Vorgehen in 3 verschiedene Phasen zerlegt werden kann, gehen die einzelnen Prozesse doch fast gleichzeitig neben einander vor sich, weil, wie es scheint, das einmal gebildete Keton in Gegenwart von $POCl_3$ nicht beständig ist. Hiedurch erklärt sich die relativ geringe Ausbeute an Keton, sowie die sofortige Bildung erheblicher Mengen der Säure, auch bei nur 10 Minuten langem Einwirken.

Nachdem der ganze Vorgang aufgeklärt war, hatte man auch die Mittel an der Hand, durch die in Anwendung gebrachten Mengen-

verhältnisse die Reaktion möglichst günstig zu leiten, so dass bei den letzten Versuchen mehr als $^1/_3$ des in Reaktion getretenen Toluols in die Säure übergeführt werden konnte. Von den beiden besten bis anhin gebräuchlichen Gewinnungsweisen durch Oxydation des Xylols mit HNO_3 und durch Ueberführen des Toluidins in die Säure, unterscheidet sich diese neue Methode dadurch, dass sie ermöglicht, direkt aus dem Kohlenwasserstoffe die entsprechende Säure rein zu erhalten, ohne mit den beiden Isomeren der Ortho- und Metatoluylsäure gemengt zu sein. Sie dürfte desshalb in Zukunft bei der Darstellung der reinen Paratoluylsäure an Stelle der frühern Anwendung finden.

---

3. Verallgemeinerung.

Der Verlauf der Paratoluylsäuredarstellung legte die Annahme nahe, dass diese Reaktion nicht nur für Essigsäure und Toluol, sondern in analoger Weise auch für die Homologen sowohl der fetten als auch der aromatischen Kohlenwasserstoffreihe gelten werde, nach den allgemeinen Gleichungen.

1) $$C_6H_n(CH_3)_{6-n} + CH_3(CH_2)_mCOOH = C_6H_{n-1}\begin{cases}(CH_3)_{6-n}\\CO(CH_2)_mCH_3\end{cases} + H_2O.$$

2) $$C_6H_{n-1}\begin{cases}(CH_3)_{6-n}\\CO\ (CH_2)_mCH_3\end{cases} + POCl_3 = C_6H_{n-1}\begin{cases}(CH_3)_{6-n}\\COPOCl_2\end{cases} + CH_3(CH_2)_mCl.$$

3) $$C_6H_{n-1}\begin{cases}(CH_3)_{6-n}\\COPOCl_2\end{cases} + 3H_2O = C_6H_{n-1}\begin{cases}(CH_3)_{6-n}\\COOH\end{cases} + HPO(OH)_2 + 2HCl.$$

Diese Erwartung wurde auch voll und ganz durch die späteren Versuche bestätigt. Wenn man anstatt Essigsäure die Propionsäure verwendet und im Uebrigen das Experiment ganz gleich ausführt, so erhält man und zwar in viel kürzerer Zeit ebenfalls eine Verharzung. Die durch Wasser abgeschiedene schwarze Masse zeigt einen starken, eigenthümlichen dem Methyltolylketon ähnlichen Geruch, der offenbar von dem zum Theil noch vorhandenen Zwischenprodukte, dem Aethyltolylketon $C_6H_4.CH_3.CO.C_2H_5$ herrührt. Die mit NaOH erhaltene

Lösung gibt mit HCl ein weisses Präcipitat, das sich als Paratoluylsäure erweist. Schon früher erhielt ich durch Einwirkung der Isobuttersäure und der Chloressigsäure auf Toluol in Gegenwart von Chlorzink bei 180° im geschlossenen Rohre eine weisse, krystallinische Säure, welches offenbar die Paratoluylsäure war, was aber wegen den zu kleinen Substanzmengen nicht genauer geprüft werden konnte.

Auch bei den Homologen des Toluols trat die vorausgesehene Reaktion ein. Zwar wirken Benzol und Essigsäure bei der Siedetemperatur des $POCl_3$ auch bei längerem Kochen im offenen Kolben nicht energisch genug auf einander ein, da nur eine schwache Ausbeute an Acetophenon $C_6H_5.CO.CH_3$ erhalten wurde und die Bildung der Benzoësäure fast ganz ausblieb. Hingegen zeigen weitere Versuche, welche gegenwärtig im Laboratorium des Hrn. Prof. Nencki angestellt werden und worüber in nächster Zeit referirt werden wird, dass auch aus den Xylolen die entsprechenden Säuren erhalten werden können. Es scheint somit, dass der Prozess um so leichter von statten geht, je mehr CH_3- respektive CH_2-Gruppen in den Kohlenwasserstoffen vorhanden sind.

Durch diese nachträglichen, bestätigenden Versuchsresultate hat sich die Reaktion als eine *allgemeine Darstellungsweise der aromatischen Carbonsäuren* und als Zwischenprodukt *der entsprechenden Ketone* erwiesen. Bis jetzt kannte man 11 allgemeine Methoden, um die aromatischen Säuren zu erhalten, so dass mit dieser neuen das Dutzend voll wird. Bei 10 derselben muss schon ein in den Benzolring eingeführtes Radikal wie NH_2, Br, CH_3, C_2H_5 u. s. w. vorhanden sein, das dann nach den verschiedenen Methoden in die Carboxylgruppe COOH verwandelt wird. Die einzige direkte Säuredarstellung war bis jetzt diejenige nach Friedel und Krafts. Bei derselben bildet sich durch Einwirkung von Chlorkohlenoxyd in Gegenwart von Aluminiumchlorid auf den Kohlenwasserstoff zuerst das Säurechlorid, welches mit Wasser in Salzsäure und die aromatische Säure zerfällt. Obgleich diese Reaktion leicht von statten geht, wird man doch, abgesehen von dem unangenehmen Arbeiten mit $COCl_2$, schon wegen der sehr theuren und sehr difficilen Materialien $AlCl_3$ und $COCl_2$ in Zukunft wohl der neuen Methode den Vorzug geben, da die Reaktion ziemlich glatt verläuft und leicht auszuführen ist.

Dr. E. Bergroth in Forssa (Finnland).

Beitrag zur Tipuliden-Fauna der Schweiz.

(Eingereicht im September 1890.)

Herr Professor *G. Huguenin* in Zürich hat mir eine Reihe zum Theil sehr interessanter Tipuliden aus der Schweiz zur Bestimmung zugesandt. Einige derselben habe ich in der Wiener entomologischen Zeitung Jahrg. VIII, S. 118 namhaft gemacht, die übrigen finden sich in dem vorliegenden Aufsatze verzeichnet und beschrieben. Die meisten stammen von derselben Lokalität, Weissenburg im Kanton Bern. Aus der kleinen Sammlung erhellt zur Genüge, dass noch manche schöne Entdeckungen unter den schweizerischen Tipuliden zu erwarten sind.

1. Discobola annulata L. — Weissenburg.

2. Discobola caesarea O. S. — Weissenburg.

3. Rhypholophus egenus n. sp.

Longe parcius pilosus. Caput cinereum, palpis et antennis fuscis, his sat longe pilosis, bases alarum nonnihil superantibus, articulis flagelli ovalibus. Thorax cum scutello et metanoto cinereus, dorso thoracis linea media longitudinali saepe parum distincta fusca notato. Alae cinereae, unicolores; vena transversa marginali plerumque pone basin cellulae submarginalis primae sita, rarius ad basin hujus cellulae jacente vel perpaullo ante hanc cellulam praefixa; cellula discoïdali aperta, cum cellula postica tertia confluente; vena axillari subrecta et breviuscula, apice ab apice venae analis longe distante. Halteres et pedes testacei, apice femorum tibiarumque ac tarsis apicem versus plerumque obscurioribus. Abdomen fuscum, terebra ferruginea, hac basi utrinque denticulo parvo munita. Long. ♀ corp. 3,5 — 4,5 mm., alae 5—5, 5 mm. Weissenburg.

Ich habe zahlreiche Weibchen, aber kein männliches Exemplar dieser Art gesehen.

4. Erioptera cinerascens Meig.*) — Siders (Kanton Wallis).

5. Gnophomyia tripudians n. sp.

*) Stücke dieser Art mit offener Discoidalzelle hat *Huguenin* (Tipul. Helv. pag. 59) als eine vermeintliche neue *Dicranota*-Art mit nur einer Marginalquerader beschrieben.

Atra, callis humeralibus et halterum clava flavis. Caput transversum, opacum, saepe antice leviter cinerascens, palpis et antennis atris, his breviter pilosulis, articulis flagelli ovalibus, duobus ultimis sublinearibus. Collare capite duplo brevius. Thorax leviser subnitidusi Alae leviter fusco-umbratae, stigmate oblongo fusco, vena auxiliar, venam transversam marginalem fere attingente, praefuca cellula discoidati dimidio longiore, vena transversa marginali paullo pone basin cellulae submarginalis primae sita, vena transversa majore dimidio basali cellulae discoidalis elongatae offixa, vena postbrachiali fuscolimbata, vena axillari apice incurva. Pedes atri. Abdomen opacum, propygio parvo, breviter nigro-piloso, terebra nitida, piceo-nigra, leviter curvata, apice obtusiuscula, valvulis superioribus subtus ad basin dense brevissime pilosis, ceteroquin parce breviter pilosis, valvulis inferioribus brevissimis, apice valde obtusis. Long. ♂ corp. 7—8, 5 mm., alae 6,5—8 mm.; ♀ corp. 9 mm., alae 8 mm. — Weissenburg.

Diese Art ähnelt mehr der nordamerikanischen G. *tristissima* O. S., als den beiden europäischen Arten *sylvatica* Meig. und *viridipennis* Gimm. Die unteren Lamellen der Legeröhre sind bei G. *tripudians* noch kürzer und viel stumpfer als bei *tristissima* *).

6. Limnophila nemoralis Meig. **) — Weissenburg.

7. Limnophila denticulata n. sp.

Caput cinereum, palpis et antennis nigris, his in utroque sexu brevibus, basin collaris paullo superantibus, articulis flagelli ovalibus. Collare et thorax parce pilosa, cinerea; scutellum luteo-ferrugineum; metanotum cinereum. Alae magnae, hyalinae, leviter lacteo-cinerascentes, basi venae radialis cellulaeque submarginalis primae et venis transversis levissime fusco-limbatis, vena transversa subcostali apici venae auxiliaris valde approximata, vena transversa marginali ad apicem stigmatis pallidi et in medio rami superioris venae radialis inserta, praefurca basi curvata, petiolo cellulae submarginalis primae vena transversa majore multo breviore, ramis venae radialis longis, subrectis, ramo primo prope basin rotundato-angulato, ramo secundo apicem versus nonnihil

*) Ueber diese Art schreibt mir Prof. *Huguenin*: «Die Mücke hat eigenthümliche Flugmanieren, macht in der Luft sonderbare Capriolen, überstürzt sich und dergl. Sie ist sehr solid, verliert die Beine nicht, die Körperhülle hat ein sonderbar derbes und resistentes Gefüge. Sie fliegt um einen nicht faulen, aber viel Saft entlassenden Tannenstrunk und nur da».

**) Diese Art beschreibt Prof. *Huguenin* in Dipt. Helv. p. 51 als ein «sonderbares Zwischenglied zwischen *Gnophomyia* und *Gonomyia*».

decurvato, vena cubitali subrecta, cellula discoidali elongata quam praefurca plus quam duplo, interdum triplo breviore, cellula postica secunda petiolo suo subæquilonga, vena transversa majore sub basi cellulae discoidalis fixa. Halteres pallidi. Pedes lutei, geniculis paullo obscurioribus. Abdomen breve, thorace cum casite fere dimidio longius, fuscum, apicem versus pilosum, propygio elongato, terebra superne ferruginea, subtus pallida, valvulis suberioribus perbrevibus; latis, apibe late truncatis et ibidem denticulis tribus distantibus armatis, valvulis inferioribus superiores superantibus, acutis. Long. ♂ corp. 5,5 mm., alae 9 mm., ♀ corp. 5—5,5 mm., alae 8—9 mm. — Weissenburg.

Wegen des kurzen Hinterleibes, der grossen Flügel und der höchst auffallenden Bildung der Legeröhre kann diese ausgezeichnete Art mit keiner anderen *Limnophila* verwechselt werden.*) Auf einem Flügel findet sich eine überzählige Querader gegen die Basis der ersten Hinterrandzelle.

---

*) Ob diese Art zur Untergattung *Dactylolabis* gehöre oder nicht, vermag ich nicht zu entscheiden. Das Flügelgeäder ist ganz dasselbe wie bei *Dactylolabis*; die männlichen Genitalien stimmen so ziemlich mit *Schiner's* Beschreibung überein, weniger aber mit *Osten Sacken's* Abbildung. *Limnophila posthabita* Bergr. hat ebenfalls dasselbe Geäder wie die *Dactylolabis*-Arten, aber das Propygium ist anders gebildet und die Flügel sind ganz ungefleckt. Der Bau des Propygiums bei *Dactylolabis* ist übrigens keineswegs so verschieden von dem der echten Limnophilen, als es beim ersten Anblicke aussieht. Sei es nun, dass wir Gattungen als conventionelle Begriffe oder mit *Brauer* als in der Natur vorhanden betrachten, so ist es der Fall, dass je mehr neue *Limnophila*-Formen wir kennen lernen, desto zahlreicher werden die Uebergänge, desto schwieriger wird es die von *Schiner* von *Limnophila* abgetrennten Gattungen aufrecht zu halten, wenn wir nicht eine ganze Reihe neuer Genera aufstellen wollen, wodurch aber der Sache in keiner Weise abgeholfen werden würde. Nur einige leicht und bestimmt, wenn auch knapp charakterisirte Gruppen, wie *Ulomorpha* und *Adelphomyia*, können füglich als selbständige Gattungen abgetrennt werden. Von *Dactylolabis* war oben die Rede. Dass *Idioptera* ein sehr schlecht charakterisirtes Subgenus ist, geht aus *Osten Sacken's* Auseinandersetzung (Monogr. p. 197) zur Genüge hervor. Das Propygium von *Elaeophila* Rond. (Ephelia Schin.) unterscheidet sich weit weniger von dem der echten Limnophilen als z. B. das Propygium der *Limnophila placida* Meig. Zu *Poecilostola* werden die weit verbreiteten *L. punctata* Schrank und *pictipennis* Meig nebst ein paar anderen seltenen und minder gekannten Arten gerechnet. Die Bildung des Kopfes und des Thorax bei den beiden genannten Arten ist aber, wie *Osten Sacken* sagt, «quite different». Es sind nun hauptsächlich diese zwei Arten von zweifelhafter Affinität, welche die sogenannte Gattung *Poecilostola* ausmachen! Es mag sein, dass wir, wie sich *Mik* ausdrückt, «besser verstanden» werden, wenn wir *Poecilostola punctata* statt *Limnophila punctata* sagen, weil der Name *Poecilostola*

Adelphomyia n. g.

Characteres *Limnophilae* generis, sed superficie alarum dense distinctius puberula et praeterea apicem versus setis validiusculis obsita, his setis basi papillato-incrassatis. Cellulae posticae quinque.

Ausser der unten beschriebenen neuen Art gehört in diese Gattung auch *Limnophila senilis* Hal., mit welcher *Cladura fuscula* Lœw synonym ist. Ehe ich *Adelphomyia* in natura kannte, glaubte ich, das *L. senilis* eine *Ulomorpha* wäre (vergl. Wien. ent. Zeit., VIII p. 117), was aber nicht der Fall ist. *Ulomorpha* O. S. hat vier Hinterrandzellen, eine noch längere Flügelbehaarung, aber keine Borsten auf der Oberfläche der Flügel.

8. Adelphomyia helvetica n. sp.

Caput rotundatum, cinereum, superne remote pilosum, palpis et antennis luteis, his basin alarum attingentibus, articulis flagelli ovalibus, verticillatim pilosis, palporum articulo secundo ovali, ceteris articulis elongatis. Collare capite plus quam duplo brevius, luteum, antice cinerascens. Thorax cum scutello, metanoto pleurispue luteus, levissime cinerascens, antice punctis duobus minimis valde approximatis nigris notatus, ceteroquin immaculatus. Alae sublimpidae, venis fuscis, hirtulis, stigmate leviter infuscato, basi venae radialis venisque transversis levissime fusco limbatis; vena auxiliari basin cellulae submarginalis secundae haud attingente, vena transvera, subcostali aliquantulum

jene buntflügelige Mücke sofort in unsere Erinnerung führt, aber dies ist kein wissenschaftlicher Grund, sonst unhaltbare und künstliche Gattungen aufrecht zu halten. Mit grossem Takte hat *Osten Sacken* auch in seiner letzten Arbeit (Studies II) vermieden, die *Schiner*'schen Genera als solche zu acceptiren. Betreffend endlich die von *Sintenis* (Sitz. Dorpat. nat. Ges. 1888, pag. 398) aufgestellte Gattung *Pilaria*, welche die europäischen Arten *platyptera* Macq. und *pilicornis* Zett., die nordamerikanischen *quadrata* O. S. und *lenta* O. S., sowie die australischen *metallica* Schin., *luctuosa* Skuse und *levidensis* Skuse umfasst, so kann auch sie nicht acceptirt werden, weil die genannten Arten, des Vorhandenseins von nur vier Hinderrandzellen ungeachtet, unter einander nicht näher verwandt sind, sondern vielmehr ihre nächsten Verwandten theilweise unter den Limnophilen mit fünf Hinderrandzellen haben. — Die hier ausgesprochene Ansicht über die Gattung *Limnophila* wird getheilt auch von dem australischen Dipterologen *Skuse*, der sich folgendermassen (Proc. Linn. Soc. N. S. W. 1889, pag. 839) über dieses Genus äussert: «its numerous species are remarkable for their discordant characters, some of which at first sight seem of too much importance to be merely specific, being in many cases common to a natural group of two, three, or more species, yet doubtfully of generic value; the entire assemblage of groups and isolated species being bound together by a tie which renders dismemberment difficult and unsatisfactory».

ante apicem venae auxiliaris sita, e basi venae radialis longissime distante, vena radiali ante medium alae oriunda, praefurca cellula discoidali plus quam duplo longiore, prope basin subangulata et interdum appendiculata, deinde recta, ramis venae radialis leviter curvatis, subparallelis, parum divergentibus, ramo inferiore superiore parum longiore, vena transversa marginali longius ante medium rami superioris venae radialis sita, per medium stigmatis currente, petiolo cellulae submarginalis primae venae transversae minori longitudine subaequali, hac vena curvata, adversus basin alae convexa, cellula discoidali oblonga, clausa, apice quam basi latiore, cellula postica secunda petiolo suo paullo longiere, vena transversa majore medio cellulae discoidalis approximata, vena axillari apice incurva. Halteres pallidi. Abdomen pilosulum, luteum, segmento ultimo fusco-nigro, propygio luteo-ferrugineo, stylo medio inferno distincto, subulato, appendicibus apicalibus exterioribus nigro-marginatis. Pedes lutei, apice femorum et tibiarum tarsisque totis infuscis. Long. ♂ corp. 6 mm., alae 8 mm. — Weissenburg.

Von grösserem und kräftigerem Körperbau als *A. senilis* Hal., von der sie sich auch durch das Flügelgeäder und die Körperfarbe leicht unterscheidet.

9. Dicranota brevitarsis n. sp.

Tota schistacea. Caput postice pallide rubiginoso-pilosulum, antennis brevibus, collare vix superantibus, in mare paullo longioribus quam in femina, scapo cinereo, flagello nigro, articulo primo hujus oblongo, ceteris articulis subovalibus (♂) vel rotundatis (♀). Thorax superne vittis tribus nigrinis, subopacis notatus, vitta media latiuscula, medio interdum linea angusta pallida dimidiata, vittis lateralibus post suturam continuatis, metanoto postice sat nitido, obscure plumbeo. Alae subhyalinae, cellulis posticis quinque, stigmate decolore vel obsolete subinfuscato, praefurca vena transversa posteriore plus quam duplo longiore, prope basin saepe appendiculata, cellula discoidali aperta, raro in altera ala clausa. Halteres luridi, clava subinfuscata. Pedes nigri, coxis cinereis, apice testaceis, femoribus basin versus luride testaceis, metatarso antico tibia antica (saltem in femina) paullo breviore. Abdominis segmenta apice angustissime albicantia. Long. ♂ corp. 9 mm., alae 11,5 mm.; ♀ corp. 11 mm., alae 12 mm., tib. ant. 5,5 mm., metatars. ant. 5 mm. — Weissenburg.

Durch die Fühler, welche in beiden Geschlechtern sehr kurz sind, nähert sich diese Art *D. Reitteri* Mik, sie ist aber beträchtlich grösser und unterscheidet sich durch mehrere Merkmale von jener

Art. Es ist die grösste gekannte *Dicranota*-Art. Leider konnte ich nicht die Vorderbeine des Männchens messen, da aber die Männchen, wie es scheint, stets etwas längeren Metatarsus haben als die Weibchen, so halte ich es für wahrscheinlich, dass beim ♂ der *D. brevitarsis* die Tibia und der Metatarsus der Vorderbeine dieselbe Länge haben*).

10. Dicranota brevicornis n. sp.

Caput cinereum, vertice plus minusve infuscato, palpis et antennis fuscis, his in utroque sexu brevibus, collare vix superantibus, breviter puberulis, articulo primo flagelli subelongato, ceteris articulis rotundato-ovalibus. Thorax cinereus vel testaceo-cinereus, dorso vittis tribus opacis, nigrinis notato, vitta media latiore, obscuriore et magis distincta, pleuris schistaceis. Scutellum et metanotum cinerea, illo levissime in testaceum vergente. Alae fere hyalinae, latitudine circiter triplo et dimidio longiores, stigmate levissime infuscato, cellulis posticis quinque, cellula discoidali aperta. Halteres cinerei. Abdomen fusco-cinereum, apicem versus obscurius, terebra flavo-ferruginea. Pedes fusco-luridi, metatarso antico tibia antica paullo longiore (♂) vel his longitudine aequalibus (♀). Long. ♂ corp. 6 mm., alae 8 mm., tib. ant. 4,8 mm., metatars. ant. 5,8 mm.; ♀ corp. 6—7,5 mm., alae 7,5—8,2 mm., tib. ant. 3,8—4 mm., metatars. ant. 3,8—4 mm. — Weissenburg.

Durch kürzere Fühler und breitere Flügel unterscheidet sich diese Art von *D. subtilis* Loew. Ueber die Längenverhältnisse der Vorderbeine gibt *Loew* nichts an, so dass ein Vergleich in dieser Hinsicht nicht möglich ist. Das Flügelgeäder ist das typische der *Dicranota*-Arten mit fünf Hinterrandzellen. Bei unausgefärbten Exemplaren ist die Grundfarbe des Körpers mehr rostgelblich.

11. Dicranota longitarsis n. sp.

Caput cinereum, palpis et antennis fuscis, his brevibus, collare vix superantibus, breviter puberulis, articulo secundo scapi nonnihil incrassato, articulo primo flagelli subelongato, ceteris articulis rotundatis. Thorax cum scutello testaceo-cinereus, dorso vittis tribus opacis, nigrinis notato, vittis lateralibus minus distinctis, metanoto testaceo, levissime cinerascente, pleuris cinereis. Alae fere hyalinae, stigmate decolore,

*) Das Geäder ist bei den *Dicranota*-Arten ziemlich variabel und liefert minder gute Species-Merkmale als bei den meisten übrigen Tipuliden. Gute und sichere Kennzeichen haben wir dagegen in der Länge der Fühler, in der Form der Fühlerglieder und in dem Längenverhältnisse zwischen dem Metatarsus und der Tibia der Vorderbeine. Dies sollte deshalb in *Dicranota*-Beschreibungen immer erwähnt werden.

vena transversa marginali secunda valde obliqua, ad summum apicem venae subcostalis adfixa, cellulis posticis quattuor, cellula discoidali aperta. Halteres pallidi, clava leviter nigrescente. Abdomen pilosulum, fuscum, linea laterali vel ventre toto pallidiore, propygio basi excepta ferrugineo. Pedes longi, fusci vel obscure luridi, metatarso antico tibia antica multo longiore. Long. ♂ corp. 6 mm., alae 8 mm., tib. ant. 5 mm., metatars. ant. 8 mm. (♀ ignota). — Weissenburg.

Durch das Flügelgeäder, die langen Beine und namentlich durch den sehr verlängerten Metatarsus der Vorderbeine ist diese Art von den übrigen Dicranoten leicht zu unterscheiden. Das Geäder ist bei den mir vorliegenden Stücken constant. Zunächst verwandt ist sie mit *D. pavida* Hal., bei welcher aber nach *Westwood's* Figur die zweite Marginalquerader winkelrecht gegen die angrenzenden Adern und von der Spitze der Subcostalader entfernt steht.

12. Tipula trifasciata Loew, Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss. XXVI, 135 (1865).

Diese bisher nur von Thüringen gekannte Art wurde bei Weissenburg gefangen. Mit Recht nennt sie *Loew* eine ausserordentlich schöne und sehr leicht kenntliche Art. Der die Rhomboidalzelle an der Flügelspitze begrenzende Vorderast der zweiten Längsader fehlt ganz bei dieser Art, so dass das Geäder in diesem Punkte mit dem der Gattungen *Cylindrotoma* und *Dolichopeza* übereinstimmt. Die Art gehört dennoch sicher nicht in ein neues Genus; sie ist eine unverkennliche *Tipula*. *Huguenin* beschreibt sie (Dipt. Helv. p. 31) unter dem Namen *Tipula quadrivittata* Stæg. Die *Stæger*'sche Art hat aber einfarbige Flügel und zeigt auch im Uebrigen nicht die geringste Verwandtschaft mit *trifasciata*.

13. Tipula saginata n. sp.

Robusta. Caput subrhombeum, cinereum, linea fusca longitudinaliter dimidiatum, rostro in testaceum vergente, palpis fuscis, apice testaceis, antennis in femina capite cum rostro paullo longioribus, fuscis, scapo flavo, articulis flagelli oblongis, basi quam apice paullo crassioribus. Collare et thorax cinerea, dorso hujus vittis quattuor obscurioribus notato, vittis lateralibus latioribus, vittis mediis valde approximatis et antice confluentibus, omnibus vittis nigro-circumscriptis, thorace post suturam utrinque maculis duabus contiguis obscure cinereis signato, his maculis nigro-circumcinctis, macula anteriore minore; dorso thoracis inter vittas medias et laterales atque extra vittas laterales sat longe parcius piloso; pleuris schistaceis; scutello et metanoto longius et

parcius pilosis, cinereis, linea obscura longitudinali dimidiatis. Alae cinereo et albido marmoratae, cellulis costali et subcostali levissime flavescentibus, stigmate fulvido, dimidio basali cellulae rhomboidalis fusco; albida sunt: macula distinctior ad venas transversas basales, dimidium basale maculaeque duae apicales cellularum basalium, dimidium apicale cellulae rhomboidalis, cellula submarginalis prima apice excepto, dimidium basale maculaque apicalis cellularum submarginalis secundae et posticae primae, cellulae posticae reliquae et discoidalis maxima parte, cellula analis magna parte, maculae duae apicales cellulae axillaris, macula apicalis cellulae spuriae; cellula discoidalis oblonga, cellula postica secunda breviter petiolata. Halteres flavidi, clava fusca, apice pallida. Abdomen superne fuscum, basin versus croceum, vitta longitudinali fusca postice cum colore fusco abdominis confluente, linea laterali et margine apicali segmentorum posteriorum albidis, ventre pallide cinereo-testaceo, segmentis duobus ultimis dorsalibus feminae cinereis, octavo brevi, nono octavo subaequilongo, libero, corpore terebrae nigro-cinereo, lamellis ferrugineis, superioribus perbrevibus, puberulis, rectis, distantibus, basi concretis, apice obtusiusculis, lamellulis internis sub basi lamellarum superiorum distincte conspicuis, squamiformibus, apice conniventibus, dimidio inferiore corporis terebrae a segmentis octavo et nono ventralibus concretis formato, apice utrinque prope basin lamellarum inferiorum in processum auriculiformem ferrugineum prominente, lamellis inferioribus quam brevissimis, apicem lamellularum internarum haud attingentibus, apice obtusis. Pedes fusci, femoribus luride testaceis, apice nigris et paullo incrassatis. Long. ♀ corp. 20 mm., alae 23 mm. — Weissenburg.

Eine durch die Behaarung des Thorax und den eigenthümlichen Bau der Legröhre sehr distincte, mit *T. octolineata* Zett. verwandte Art.*)

*) Da bei dieser Art die *lamellae superiores* mit dem Körper der Legröhre unbeweglich zusammengewachsen und beim Eierlegen kaum betheiligt sind, so wäre es vielleicht richtiger, dieselben als zur *pars apicalis supera* gehörend zu betrachten. Die Gebilde, die ich *lamellulae internae* genannt habe, wären dann die eigentlichen *lamellae superiores*. — Die Terminologie der verschiedenen Theile der Legeröhre der *Tipula*-Weibchen ist noch nicht gehörig ausgebildet. Eine eingehende vergleichende Untersuchung derselben wäre der Mühe werth und würde gewiss ebenso interessante Resultate liefern, wie die Untersuchungen *Westhoff's* über das Propygium der *Tipula*-Männchen.

A. Baltzer und **Ed. Fischer.**

Fossile Pflanzen vom Comer-See.

(Vorgetragen von A. Baltzer in der Sitzung vom 13. Dez. 1890.)

In der Nähe von Cadenabbia am Comersee, zwischen Hotel Bellevue und der Antiquitätensammlung von Patroni, dicht neben der Strasse, war im April 1890 ein für Bauzwecke gemachter Anschnitt zu sehen, der folgendes Profil entblösste:

1. Oben wenig Dammerde.
2. Circa 5′ Kies mit durchweg kleinen Geschieben von Granit, Gneiss, Diorit, Serpentin, Verrucano, Kalk, ohne Schrammen und Kritzen.
3. C. 20′ weiche, graue Thone,*) mit Blättern, kleineren Stamm- und Rindenstücken; sind ungeschichtet und liegen mit ihrer Sohle 12 m. über dem Seeniveau.
4. C. 5′ sandige Grundmoräne mit kleinen und grösseren, zum Theil kopfgrossen Geschieben von Granit, Gneiss, (zum Theil granatführend), Verrucano. Kalkgeschiebe treten gegen die übrigen etwas zurück, sind aber sehr deutlich gekritzt und geschrammt. Die auf 2 Schritt entblösste Oberfläche der Schicht 4, der die Thone aufliegen, fiel unter c. 20° nach NW.
5. C. 8′ lehmige Grundmoräne mit weniger Geschieben.

In Nr. 3 dieses Profils fielen mir sogleich zahlreiche Blätter auf, von denen ich unter Mithülfe eines Hotelbediensteten eine grosse Anzahl zusammenbrachte. Diese Blätter sind gut erhalten, verkohlt, heben sich gut von den grauen, weichen Thonen ab, lassen auch die feinere Structur gut erkennen. Sie überziehen dieselben in dünnen Kohlenhäutchen, welche beim Trocknen leicht abblättern, daher die Stückchen mit Lack überzogen werden mussten.

*) Die Thone wurden von Herrn Dr. H. Frey chemisch untersucht. Lufttrockene Substanz verlor auf 110° erhitzt 4,074 % H^2O. Beim Auflösen in verdünnter Salzsäure hinterblieben 83,24% thonigen, feine Quarztheilchen führenden Rückstandes, 16,76% lösten sich. Im Gelösten war nur 0,17 % CaO = 0,304 % Ca CO_3 (bezogen auf ursprüngliche Subst.), nebst Eisen, Mangan, Thonerde, Kieselsäure, Magnesia enthalten.

Die Rinden und Strünke sind oft mit blauem Vivianit imprägnirt, der unter der Rinde sitzt.*)

Rinden und Strünke sollen, wie mir mein Sammler sagte, auch in der Schicht 5 vorgekommen sein, aber keine Blätter.

Hr. Dr. Ed. Fischer hatte die Güte, das Material von Blättern und Rinden einer genauen Untersuchung zu unterwerfen; er hat 8 Species unterscheiden können, die im Folgenden nach seinem eigenen Bericht aufgezählt sind:

„1. *Abies pectinata D. C.*, Weisstanne. Samen.

2. *Picea excelsa Link.*, Rothtanne. Samen.

Diese Reste sind so vorzüglich erhalten und stimmen sowohl in ihrer Form als in der Structur des Flügels so gut mit dem Samen der Weiss- resp. Rothtanne überein, dass die obigen Bestimmungen kaum einen Zweifel zulassen können.

3. *Laurus nobilis L.* Ganzrandige Blätter, deren Ueberreste auf eine derbe Beschaffenheit bei Lebzeiten schliessen lassen und die in Form und Berippung gut mit Laurus nobilis übereinstimmen, so dass sie — wenn man überhaupt in diesem Falle auf die Blätter eine Bestimmung gründen darf — mit ziemlicher Sicherheit genannter Art zugewiesen werden dürfen; das um so mehr, als auch der anatomische Bau der Epidermis, welcher nach Behandlung mit Schulze'scher Mischung noch erkennbar war, recht gut mit demjenigen von Laurus nobilis übereinstimmt.

Mit Rücksicht auf Richard v. Wettstein's Nachweis des Rhododendron ponticum in der interglacialen Höttingerbreccie bei Innsbruck wurde die Epidermis der Blätter von Cadenabbia mit der des recenten Rhododendron ponticum und anderer Rhododendron-Arten verglichen: Es zeigte sich dabei, speziell in Bezug auf die Schliesszellen der Spaltöffnungen, Uebereinstimmung mit Laurus nobilis, nicht aber mit den Rhododendren.

4. *Smilax aspera L.?* Ein einziges Blatt mit unvollständig erhaltener Spreite, ausgezeichnet durch eine sehr tiefe Bucht am Grunde, bogenläufige — freilich zum Theil nur schwer zu verfolgende Nervatur und vollständiges Fehlen eines Blattstieles. Blätter dieser Art trifft man bei den Dioscoreaceen und bei Smilax,

*) Vivianit kommt auch bei Lugano vor, ferner besonders schön bei Creva (Luino). Die dortigen dunkelgrauen c. seewärts fallenden, von Sand-Kies bedeckten Thone der Backsteinfabrik enthalten ein Stammniveau mit, bis meterlangen zusammengedrückten, von Vivianit imprägnirten Stämmen.

und unter diesen kann in unserm Falle eigentlich nur Tamus communis und Smilax aspera in Frage kommen. Das vorliegende Blatt zeigt nun einige Charaktere, die ziemlich unzweifelhaft auf Smilax hindeuten: 1) Form und Nervatur stimmen im Ganzen mit derjenigen der Smilaxblätter, insbesondere ist die Bucht am Grunde des Blattes nicht gerundet wie bei Tamus, sondern bildet einen Winkel. 2) Fehlen des Blattstieles: es ist eine für Smilaxarten (und gerade auch S. aspera) eigenthümliche Erscheinung, dass die Blattspreite sich am oberen Ende des Blattstieles ablöst und in Folge dessen die spontan abgefallenen Blätter derselben entbehren. 3) Smilax aspera hat am Blattrande oft kleine Stacheln; unser Exemplar ist vorwiegend ganzrandig, aber an einer Stelle bemerkt man doch eine kleine zackige Ausbuchtung, die vielleicht einem solchen Stachel entspricht.

Freilich hat Smilax aspera gewöhnlich nicht so grosse Blätter, und die grundständige Bucht bildet einen stumpfern Winkel als in unserem Exemplare, es ist daher die Bestimmung als Smilax aspera immerhin noch mit einem Fragezeichen zu versehen.

5. *Quercus pedunculata Ehrh.*
6. *Corylus Avellana L.*
7. *Carpinus Betulus L.*

Die Blätter, welche wir diesen 3 letztgenannten Arten zuweisen, stimmen mit denen der Eiche, Haselnuss und Hagbuche so gut überein, dass an der Richtigkeit obiger Bestimmung wohl kein Zweifel besteht.

8. Unter dem Material befinden sich mehrere Ast- und Zweigstücke, die — soweit ich sie untersucht habe — sämmtlich gleichen Bau besitzen. Ihr Erhaltungszustand war ein solcher, dass er noch in recht vollkommener Weise eine mikroskopische Untersuchung gestattete, und diese ergab Folgendes: Das Holz ist nicht porös, gehört daher einer Conifere an. Die Tracheiden haben einen relativ geringen Durchmesser (Breite, senkrecht zu den Markstrahlen gemessen, meistens 12—18 μ), und die Verschiedenheit zwischen Frühlings- und Herbstholz ist nicht sehr gross. An radialen Längsschnitten bemerkt man, dass die Hoftüpfel nur in einer Reihe stehen und einander nicht berühren, vielmehr meist etwelchen Abstand zwischen sich lassen. Harzgänge habe ich im Holzkörper keine bemerkt. In seinem Verhalten scheint mir das Holz am besten den Cupressineen Juniperus,

Cupressus etc. zu entsprechen. Indess konnte ich in der Rinde die bekannten, in regelmässigen Lagen angeordneten Bastfasern nicht auffinden.

Vergleicht man diese Reste mit der jetzigen Vegetation der Comerseeufer, so fällt uns besonders das Vorhandensein von Roth- und Weisstanne auf, welche heutzutage dort so ziemlich vollständig fehlen. Eine recente Entstehung unserer Ablagerung wird dadurch etwas unwahrscheinlich, ist aber nicht ausgeschlossen, denn es können die vorliegenden Samen immerhin von cultivirten oder sonst einzeln vorkommenden Bäumen hergerührt haben*). Der Umstand übrigens, dass nur die geflügelten und daher durch den Wind transportfähigen Samen, nicht aber Zapfen oder Holzreste genannter Tannen gefunden wurden, spricht dafür, dass die letztern nicht in unmittelbarer Nähe gestanden haben mögen.

Laurus nobilis kommt heutzutage am Comersee vor, dürfte aber (laut freundlicher Mittheilung von Herrn Dr. Christ in Basel, s. auch Christ „Pflanzenleben der Schweiz", französ. Ausgabe 1883 pag. 507) dort, wie auch am Luganersee eher eingeführt und verschleppt als wirklich wild sein, so dass der *natürliche* Verbreitungsbezirk weiter südlich aufhört. Dieser Umstand würde eher für eine recente Entstehung unserer Ablagerung (seit der Einführung von Laurus) sprechen, es sei denn, dass man annehmen will, es habe in der Quartärzeit der natürliche Verbreitungsbezirk von Laurus bis hieher gereicht. — Auch das Vorkommen von Smilax aspera ist — wenn sich die Bestimmung bestätigt — auffallend, da dieselbe an der mediterranen Küste einheimisch ist und am Comersee höchstens cultivirt oder verwildert vorkommen kann."

Fassen wir die Lagerungsverhältnisse, wie sie oben angegeben sind, in's Auge, so ist zunächst an einer wirklichen Auflagerung der Thone auf typischer Grundmoräne des alten Comerseegletschers nicht zu zweifeln, da der Anschnitt in 2 aufeinander senkrechten Richtungen blosgelegt ist. Die Oberfläche der Grundmoräne zeigt keine Erosionswirkungen, wie sie ein sich einschneidender Bach erzeugt. Auch fehlt daselbst jede Spur einer Verwitterungsschicht. Es macht den Eindruck, als sei der Absatz der Thone nicht durch einen sehr

*) Nach gefl. Mittheilung von Herrn Oberforstinspector Coaz gibt es dort nur einen vor circa 30 Jahren gesetzten, dem Marchese Trotti angehörenden Rothtannen- und Lärchenbestand, 2 Stunden südlich von Bellagio.

grossen Zwischenraum von dem der Grundmoräne getrennt. Die gute Erhaltung der Blätter spricht für ruhige Ablagerung in einer von Bäumen umschatteten Bucht, in welche hinaus ein Bach den feinen Thonschlamm zu einer Zeit führte, als das Niveau des Sees noch ungefähr 20 m. höher stand.

Die Vermuthung liegt nahe, dass wir es mit einer interglacialen Bildung zu thun haben.

Nachdem Richard von Wettstein*) an 30 Pflanzenarten der durch die Arbeiten von Penck und Blaas bekannten, von Grundmoräne über- und unterlagerten Höttingerbreccie bei Innsbruck nachgewiesen hat, dass die Flora von Nordtyrol zur Interglacialzeit einem milderen Klima als heute entsprach und die gleiche oder ähnliche Zusammensetzung besass wie gegenwärtig die Flora der östlichen Umgebungen des schwarzen Meeres an den Gehängen des Kaukasus (pontische Flora), wird auch ein wärmeres Klima am Comersee zur gleichen Interglacialzeit sehr wahrscheinlich. Das Auftreten von Laurus und ev. Smilax stände damit in vollkommener Uebereinstimmung und würde beweisen, dass der Verbreitungsbezirk der beiden Gattungen damals etwas nördlicher reichte wie heutzutage. Picea, die nach Wettstein**) zusammen mit Rhododendron ponticum bei Innsbruck vorkam, konnte, wie auch Abies, bei Cadenabbia zur Interglacialzeit mit Laurus zusammen auftreten.

Bezüglich anderer hier in Betracht kommender Pflanzenvorkommnisse am Comersee ist mir nur eine Notiz von Sordelli***) bekannt geworden, wonach Spreafico bei Tremezzo südlich von Cadenabbia sandigen Thon mit weniger gut erhaltenen Vegetabilien (darunter eine Eichel und Haselnuss) gefunden hat.

Wir verdanken hauptsächlich Sordelli die Verarbeitung und Zusammenstellung der glacialen und quaternären Pflanzenvorkommnisse auf der italienischen Südseite der Alpen, besonders in der Lombardei. Die glacialen Pflanzen entsprechen lebenden Formen, welch letztere gegenwärtig nur der Höhe nach anders vertheilt sind, ohne Beimischung von Exoten. Hierher gehört der Fundort von Calprino bei Lugano

*) Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften 1888. Akademischer Anzeiger 1890. Naturwissenschaftliche Rundschau 1891 Nr. 1.

**) Loc. cit.

***) Le filliti della folla d'Induno . . . . paragonate con quelle di altri depositi terziari e postterziari. Atti della Soc. italiana di scienze naturali. Vol. XXI. Vergl. auch Archives des sciences phys. et nat. de Genève 1877.

mit Abies excelsa, Fagus sylvatica, Carpinus betulus, Acer pseudoplatanus, Buxus sempervirens.*)

Nach Sordelli deutet die Vergesellschaftung der als glacial bezeichneten Pflanzen und die Expatriirung einer Reihe von Arten auf eine Klimaverschlechterung, wie sie eben die Glacialzeit mit sich brachte. Auch Laurus und Smilax bei Cadenabbia wären, wenn interglacial, in diesem Zusammenhang ein Beispiel, wie die zweite Eiszeit gewisse wärmere Pflanzentypen zurückdrängte.

Als *quaternär* bezeichnet Sordelli die Pflanzenfundorte Pianico, Leffe und Morla mit zum Theil erloschenen oder exotischen Typen, unter denen besonders ein Rhododendron von Pianico, sehr verwandt Rh. maximum oder Rh. ponticum, bemerkenswerth erscheint, während auch noch mehrere andere Arten von Hötting vorkommen. Es liesse sich daher vielleicht die Höttingerflora mit der von Leffe und Pianico zeitlich zusammenstellen.

Stoppani**) nimmt die Lignite von Leffe und Pianico direkt gleichaltrig an mit den interglacialen Schieferkohlen von Wetzikon, Utznach und Mörschwyl. Er hält indessen mit Gastaldi die Existenz einer Interglacialzeit, wie sie Geikie für Oberitalien annahm, nicht für erwiesen. (Moräne *unter* den Ligniten scheint allerdings nicht beobachtet worden zu sein.) Schon Escher hatte die Lignite von Leffe mit unseren Schieferkohlen zusammengestellt.

Was die Blätter von Cadenabbia anlangt, so kennt Sordelli weder Laurus noch Smilax von quaternären oder jüngeren Ablagerungen, Abies excelsa, Carpinus betulus, Corylus avellana, die in Cadenabbia vorkommen, führt er sowohl von quaternären als glacialen Ablagerungen an.

Nach allem Angeführten sind zwei Eiszeiten auf der Südseite der Alpen nicht so bestimmt wie auf der Nordseite durch interglaciale Profile erwiesen, jedoch immerhin der Analogie halber wahrscheinlich. So grosse Klimaschwankungen, wie die Eiszeiten sie darstellen, mussten doch auf beiden Seiten der Alpen in gleicher Weise in Wirksamkeit

---

*) Die Lokalität ist noch zu verificiren und zu ermitteln, wie die Ablagerung sich zu den nach Steinmann hier vorkommenden pliocänen Foraminiferen führenden Mergeln verhält, vergl. Schmidt und Steinmann: Umgebung von Lugano in Eclogae Geol. Helv. Bd. II. pag. 55.

**) Geologia d'Italia II, pag. 252. Vergl. ferner F. Sacco: „les terrains tertiaires de la Suisse", Bull. soc. belge de Géol. II. 1888.

treten! Auch hat Penck*) in neuester Zeit im Gardaseegebiet am Chiese interglaciale Profile auf Grund von Verwitterungslehm, Brückner**) eben solche auf Grund von mächtigem Schotter zwischen zwei Grundmoränen im Tagliamento- und Piavegebiet angegeben.

Der Vermuthung, dass das Profil von Cadenabbia interglacial sein könne, steht von dieser Seite her nichts entgegen. Trotzdem bin ich nun aber weit entfernt, das Profil von Cadenabbia für erwiesen interglacial zu halten, es fehlt nämlich die bei Innsbruck vorhandene typische hangende Grundmoräne; statt dessen tritt ein Kies auf, der zwar sicher von weither gebrachtes erratisches Material enthält, immerhin aber doch von aus der Nähe befindlichen erratischen Ablagerungen herrühren, also auf dritter Lagerstätte liegen könnte.

All und jeder Zweifel, ob die Flora nicht doch recent sei, erscheint noch nicht gehoben, es wäre daher sehr wünschenswerth, wenn das Pflanzenlager noch an andern Punkten gefunden und dadurch das Profil von Cadenabbia vervollständigt und ev. ganz beweiskräftig gemacht werden könnte.

Nachtrag. Unter dem Mikroskop zeigt der blätterführende Thon viele rundliche und eckige Quarzkörner von 0,001 bis 0,015 mm Durchmesser. Grössere sind weniger häufig. Einige erreichen 0,08, eines 0,1 mm. Ferner kommen zahlreiche Diatomaceen vor, darunter ganz vorwaltend die kreisförmigen, flachen, in der Mitte körnig punktirten Scheiben einer Cyclotella (nach vorläufiger Untersuchung); endlich finden sich noch beidseitig zugespitzte, aber gewöhnlich abgebrochene, glatte Nadeln von Süsswasserschwämmen.

*) Mittheilg. des D. u. Oe. A. V. 1890, No. 20.

**) Loc. cit.

J. H. Graf.

Notizen zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften in der Schweiz.

10. Herr *J. Wyss,* Direktor des Progymnasiums in Biel schreibt uns über die Frage, wie kam der Kalendermacher *Jacob Rosius* nach Biel, Folgendes:

Auf Ansuchen Biels ertheilte der Rath von Basel im Februar 1621 dem Pfarrer *Johann Jacob Grasser* einen dreimonatlichen Urlaub, um in Biel zu predigen. Grasser kehrte den 7. Juni gleichen Jahres nach Basel zurück. Im Verein mit Pfarrer *Heinrich Nötzli* (in Biel Helfer von 1606—1650) machte er sich an die Revision des verfallenen Schulwesens. Die Beiden überreichten am 8. Mai 1621 dem Rathe in Biel eine Eingabe, in welcher sie besonders die Nothwendigkeit eines lateinischen Schulmeisters betonten, dessen Stelle seit einiger Zeit unbesetzt geblieben war. Sie sagen:

„Und wussten wir allbereit ein gantz thugendliche Person, welcher die Knaben im Rächnen und übung lattynischer sprach, wie auch Usslegung des Khinderberichtes und vorfhürung des gsangs nutzlich und Erbaulich würde underrichten." Der Rath stimmte der Anregung bei, und am 9. Juni 1621 wurde Jacob Rosius (der Name erscheint hier zum ersten Male) als lateinischer Schulmeister installirt. — Es scheint Hrn. Wyss sehr wahrscheinlich, dass Grasser mit Rosius von Basel her in Verbindung gestanden und diesen nach Biel zu ziehen veranlasst hat.

Ueber die *Aufnahme ins Bürgerrecht* hat Herr *Wyss* folgendes gefunden: „Idem den 13. Christmonat ist der Ehrwirdig und wohlgelert, Hr. Jacob Rosius, ladinischer schullmeister von min gnädigen Herren Raht und burger zum Burger angenommen worden, und ist im für sein burgrächt gält zu bezalen ufferlegt worden 30 Kronen und für ein silbrigen Bächer 10 Kronen, thut 40 Kronen. (Sekelmeisterrechnung vomJahr 1626.)

Die Besoldung von Rosius als Schulmeister betrug 36 Kronen, überdiess erhielt er laut Rathsbeschluss jährlich an Korn 10 Viertel zu 8 Mäss und an Wein 6 Saum. Darnach ist die Stelle Graf II, 37 zu korrigiren.

Endlich bemerkt Hr. Wyss noch, dass der Schulmeister, dessen Nachfolger 1648 Rosius wurde, nicht Schreckenfuss, sondern zuverlässig „Schreckenfuchs" geheissen habe.

11. Im Jahr 1728 hat sich zwischen der Firma *Heinrich Decker* in Basel und der Buchdruckerei *Emanuel Hortin* in Bern wegen Herausgabe des Rosiuskalenders ein Streit erhoben, in Folge dessen der Rath in Basel den Buchdrucker Hortin im Auftrag Decker's beim Rath in

Bern verklagt. Ich habe im Deutsch. Miss.-Buch No. 54 folgende Aktenstücke gefunden*):

1) Unsser etc. Auss Euer Unsser V. L. E. Schreiben vom 3. dess Monats haben wir ersehen, dass Euwer Burger *Heinrich Decker* der Buchtrucker sich beschwähre, das Ihme von seiten Unseres Burgers und Buchtruckers *Eman. Hortin* wider habendes privilegium der Rosiuskalender nachgetrucket werde, mit Fründt Eydtgenöss. Ersuchen Wir die Nöhtige Remedur dissorts Vorzukehren geruhwen wolten: Wie nun wir vorangeregt, Unseren Burger Hortin hierüber zur redt stellen lassen, hat er sich dahin entschuldiget, dass Er diesen privilegirten alten Rosiuskalender nicht nach Trucken sondern allein den auff den Berner-Meridianum gerichteten neuwen Rosium in Truck verfertigen lassen, hiermit denn anders nichts gethan, alss was seine Vorfahren seit 30 Jahren daher befugter weise geübet und Wie alles in Mehreren auch bei Unseren dessen schriftlich eingegebenen Antwort zu ersehen: Jedermann nun Unss dieselbe bündig anscheinet, haben wir nit Umbgehen wollen solche Euch Unseren etc. Fründeydgen. zu communiciren und zwyflend nit Ihr gleich Unss es begreifen folglich dann auch Euwern Burger Heinrich Decker zu seiner Edification zu stellen lassen werdet:" etc. etc."

19. Juli 1728. Canzley Bern.

Nun folgt die *Verantwortung Emanuel Hortins' des Buchtruckers:*

„Hochgeachte etc. Demenach Ew. G. gehorsamer Burger Emanuel Hortin von M. G. H. Grossweibel Wurstemberger zufolge deroselben befelchs, benachrichtiget worden, wasmassen ein Lobl. Stand Basel wegen Heinrich Deckers, des Buchtruckers allda E. G. zugeschrieben, des Inhalts, dass sein titulirter Alter Rosius-Calender durch Ihne Eman. Hortin nachgetrucket werde, hat er nicht umbhin können noch wollen E. G. mit allem schuldigsten respect und Ehrerbietung die Ohnbegründtnuss solcher Anklag an den Tag zu legen:

1) Belieben E. G. zu observiren, dass der Buchtrucker Decker den Alten, der Hortin aber den sogenannten Jungen Rosius trucket."
2) Ist der Author *des alten Rosii ein Bieler, des jungen aber ein Freiburger.*
3) Ist aus E. G. eingegebenen Exemplairen zu sehen, dass der Alte Rosius auff dem Basler Meridianum gerichtet, der junge aber auf den hiesigen: Auf dem Titel des ersten stehet das Ehrenwappen von Basel getruckt durch Heinrich Decker, auff dem letztern aber sihet man den Bären und verfertigt durch den Buchtrucker Eman. Hortin.

Ferner beliebe E. G. dise Calender zu durchblättern, da dann gleich anfangs des Alten rosii portrait, in dem jungen Rosius aber sein Bildtnuss zu finden; also dass keineswegs der Buchtrucker Hortin den Alten Rosium imitirt oder Nachdrucket oder noch sucht in Schaden zu bringen, wie er dessen beklaget wird. So ist nit nur einzig das Titelblatt dises Calender, so diese streitsach dediciren wirdt, sondern nach fernerer Examination Blat für Blat werden E. G. finden, dass nit die wenigste

*) Vergleiche Graf II, 46—49.

Conformität vorhanden und also dieser junge Rosius eine gantz andere Edition ist: hoffet also das ohnzeitige Klagen Heinrich Deckers werde keinen Platz finden; zudem ein noch folgendes zu besserer Erlüterung beysetze:

4) Hat schon der sel. Herr Vulpi diesen jungen Rosiumkalender angefangen zu trucken und so fort von H. Haller u. Cie. continuirt und schon über dreyssig publicirt worden: Warumb sind dise nit auch verklaget und zur Verantwortung gezogen worden: Dieweilen dieses nicht geschehen, so ist leicht zu schliessen, dass Ihme Decker dissfahls kein Schaden ist zugefügt worden, wir aber kein mahl darangedachten seinen alten Rosium zu imitieren oder nachzutrucken, hiemit Ihme niemahlen Ursach gaben, sin gantzes Klaglibell wieder den Buchdrucker Hortin einzugeben, ist hiemit keine neuwe Edition Kalender, sondern continuire lediglich, was erwehnte Vorfahren angefangen haben.

5) Ihme E. Hortin laut E. G. allergnädigst Ertheiltes privilegii vom 28. Febr. 1725 Erlaubt, alle seine Calender, so auff den Berner Meridianum gerichtet zu trucken. Daher sei Heinrich Decker mit seiner Beschwerde abgewiesen."

Trotzdem Basel unterm 22. Dec. 1728 nochmals reclamirt, weist Bern zum zweiten Mal die Klage Decker's ab.

Durch Umstehendes ist bestätigt, was ich bereits Graf II, 49 bewiesen habe, dass *Johann Jakob Rosius der Jüngere eine fingirte Person ist,* da Hortin selbst in seiner Vertheidigung sagt, der Verfasser seines Kalenders sei ein Freiburger gewesen.

12. Ueber *Otto Brunfels*, siehe Graf I, 15, habe ich in der Universitätsbibliothek in Basel gefunden:

Othonis Brunfelsii de diffinitionibus et terminis Astrologiae libellus isagogicus. Darin ist ein Brief von *Bruckner* an Brunfels dat. Benfeld, März 1533. In der Ausgabe 1551 findet sich eine Zuschrift an *Eduard VI.* von England,

13. In Mss. Hist. Helvet. I, 99, Berner Stadtbibliothek finden sich vom Tagebuch des Ostindienfahrers *Albrecht Herport* (siehe Graf II, 61 u. s. f.) noch die Seiten 67—72 und 75—82 beschlagend die Jahre 1664 bis 1668 eigenhändig von Herport geschrieben,

14. Rathsman. des Bern. Staatsarchiv 322, pag. 236. Am 12. Dez. 1552 wird *Gustave de Quesnoy* zu einem Professor der Logik, Mathematik und Rhetorik zu Lausanne bestätigt. Siehe Graf I, 67, 68.

15. Rathsman. des Bern. Staatsarchiv No. 324, pag. 156: Berichten an die von Lausanne, wie sie den Schülern ein „Uflag" thun, sollen abstehen oder brichten warum? 12. April 1553.

16. Rathsman. des Bern. Staatsarchiv No. 357, pag. 213. 18. Juli 1561: Die Class von Lausanne soll sich nicht in Schulsachen mischen, es soll dies Sache des Vogts, der Prädikanten und der Professoren sein.

17. Rathsman. des Bern. Staatsarchiv No. 358, pag. 135. 31. Oct. 1561. Die hiesigen Pfarrer (in Bern) sollen bis März 1562 um einen andern prof. artium an Stelle des *Béate Comte* sich umsehen und einen Vorschlag machen. Siehe Graf I, 68.

18. Herr *Dr. Conrad Brunner,* Privatdocent in Zürich behandelt in seiner sehr interessanten Habilitationsschrift: „Die Zunft der Schärer und ihre hervorragenden Vertreter unter den schweizer. Wundärzten des XVI. Jahrhunderts." Zürich, *Albert Müllers* Verlag (24 S. 1891)

auch den Lausanner Wundarzt *Pierre Franc oder Franco.* (Siehe pag. 8—10). Die Notizen über Franc sind spärlich vorhanden; immerhin hat Herr *Berchtold Haller in Bern* im Bernerheim (Beilage zum Berner Tagblatt) 1891 No. 9, Seite 54, gefunden, dass im Berner Rathsmanual unterm 27. April 1573 dem Meister *Pierre Franck*, dem Stein-, bruch- und Ougenschnyder uffenthalt zu Losanna vergönt und zu einem lybding verordnet worden fronvastlich 10 Pfd., an weitzen 3 kopff.

Danach hat dieser berühmte Wundarzt 1573 noch gelebt und ist nach seinen Reisen wieder in Lausanne gelandet und hat da eine anscheinend definitive Stellung erhalten. —

19. Auf einige interessante Notizen über *Samuel König* den Jüngern (siehe Graf III1, pag. 23 u. s. f.), die sich in der Zürcher Stadtbibliothek (Bodmeriana, Schachtel 9) vorfinden, haben mich die Herren *Prof. Dr. Hirzel* und *Dr. G. Tobler* in Bern freundlichst aufmerksam gemacht.

Dort findet sich:

„Denkmal Samuel König aufgerichtet."

Die Einleitung betrifft den grossen Haller, sodann fährt Bodmer fort:

„Die Republik hatte noch einen Mann von *Hallers* Zeitgenossen, dessen Genie-Gedanken nicht geringer waren, wie wohl er diese nicht in Hallers Fächern, der Botanik und Anatomie anwandte, sondern in der Algebra, in welcher er zu Leibnitzens Grösse heran strebete, wie Haller zu *Callippus* (Callinus) und diesen behandelte man noch übler. Wer gedenket mehr *Samuel Koenigs*, des grossen Geometers, der an dem Hof der verwittweten Prinzessin Statthalterin als Rath und Bibliothekar in seinen besten Jahren gestorben? Hätte er gelebt, so versprachen wir uns, und wir warens berechtigt, einen Retter, Nachfolger und Commentator *Leibnizens!* Er arbeitete wirklich an Viadiciis Leibnitii als er starb, und man kennt niemand übrigs, der sich dieser Arbeit mit seinen Einsichten unterziehen und in Leibnizens Tiefen eindringen könnte. Niemand als die Geometer wissen, Bern weiss es nicht, oder machet sich den Ruhm nicht daraus, den sie sich aus Hallers Superiorität anrichtet, dass Koenig den Maupertuis von seiner algebraischen Grösse herabgesetzt hat."

Nun schaltet *Bodmer* hier eine für König sehr günstige Darstellung seines Streitfalls mit *Maupertuis* ein und fährt dann fort:

„Nun mein liebster Demophon, diesen Mann, mit welchem und mit Haller die Vorsehung die Republik zu *Einer* Zeit begünstigte, hat sie nicht nur von sich gejagt, sondern seinen Namen, seine Existenz aus ihrem Gedächtniss ausgetilget und dem ewigen Stillschweigen übergeben, freilich war die Beleidigung womit er sich an den Regenten vergriffen, noch empfindlicher als Haller's Satyren. Einige Bürger des Staates von altem Geschlecht, deren Vorelteru von der Regierung gewesen waren, sahen sich den Weg zu derselben verschlossen; da ihre Familien seit ein oder mehr hundert Jahren von der Regierung entfernt gehalten worden, hatte man angenommen, dass sie derselben unfähig wären. Jetzt gaben sie dem Magistrat ein demüthiges Memorial in die Hände, in welchem sie die Missbräuche der eingeführten Rathsbesetzung vorstelleten und um Wiederherstellung der ursprünglichen Rechte baten. Koenig unterschrieb es approbatorie. Aus dieser Unterschrift machte man ein Verbrechen oder vielmehr man ergriff den Anlass, die längst stumme Bürgerschaft mundtodt zu machen. Er musste das Opfer sein, ohne Zweifel weil er

die meisten Einsichten und ebensoviel Herzhaftigkeit besass. Man fand ihn zu gelehrt, zu wizig und zu stolz. *Erlach* sagte ihm ins Angesicht: Die Gelehrsamkeit kleidete Leute von seiner Niedrigkeit nicht! Die Regierung berief sich hauptsächlich auf die Verjährung: Die unumschränkte Gewalt wäre ihnen mehr als ein Jahrhundert zugestanden worden. Er ward auf 10 Jahre aus der Schweiz proscribirt, sein Bruder *Daniel Koenig*, der ihm in der Algebra und Geometrie mit starken Schritten nachtrat, auf 5 Jahre, der Capitän Henzi auf 5 Jahre, andere auf weniger Jahre und nur aus dem Bernbiet. Der verdienstvolle Mann sah sich in die Welt hinausgeworfen, er wollte doch nicht weiter gehen, ehe er seine Freunde in Zürich umarmt hätte. Der gute Herr *Ott* in der Schipfe, ein Dilettante in der Geometrie, nahm ihn in sein Haus, weil er nicht mit Freiheit ausgehen durfte, sahe ich ihn bei ihme." — —

König hatte aber nicht allein gegen die Regierung durch Satyren, sondern auch gegen die *„deutschübende" Gesellschaft* gesündigt, die sich gebildet hatte, die sächsische Sprache und *Gottsched*'sche Beredsamkeit in Bern einzuführen, zu jener Zeit als *Gottsched* und sein Anhang schon bereits heftige Bekämpfung von Zürich aus erfahren hatten. In dieser Gesellschaft waren *Altmann, Hürner, Prof. Kilchberger, Sinner, Wolf, Freudenreich* u. a. Gottsched nahm die Gesellschaft unter seinen besondern Schutz, dedicirte ihr einen Band seiner Gedichte und hatte die Absicht in der Person des Magisters *Steinauer,* einem seiner Schüler, der Gesellschaft einen Lehrer und Rathgeber zu senden, welcher sie völlig in die Weisheit des Meisters einführen sollte. Das forderte die Opposition heraus; besonders *König* und Hauptmann *Henzi* thaten sich zusammen und nannten sich *„frondeurs"* zum Gegensatz der *„ligueurs"*, der Mitglieder der deutschübenden Gesellschaft. Es erschien gegen die letztere eine Satyre *„Salmis"*, deren Verfasser König und Henzi waren, eine Schrift, die heimlich gedruckt worden und über welche viel, besonders von den Damen, gelacht worden ist. Nach dem unbekannten Autor wurde eifrig gefahndet, man hatte sogar Voltaire im Verdacht, dem irgend ein böser Mensch das nöthige Material zugesandt hätte. Dann wandte sich der Argwohn auf König, einige wollten ihn als Pasquillanten verfolgen, andere schimpften so stark, dass sie sich selbst dem Verdacht aussetzten, Urheber der Schrift zu sein, so Commissar *Lerber* und Gubernator *Ougspurger*. Immerhin hatten die „frondeurs" auch ihren grossen Anhang, so gehörten zu ihnen *Tillier, Christ. Steiger, Herport* und *Emanuel Haller*. Eine von Altmann und Kilchberger veranlasste und einem cand.-theol. Brandes verfasste Gegenschmähschrift blieb nicht aus; derselben wollte man bald eine zweite folgen lassen, zog dieselbe aber wieder zurück. Während der eigentliche Urheber des „Salmis", der Capitain Henzi, von der Ligue unbehelligt gelassen wurde, ja sogar frei mit derselben verkehren konnte, so verfolgte man König sehr; Sinner und Jenner begegneten ihm so unfreundlich, dass es bald zu einem Duell gekommen wäre. Die Bestrebungen Königs und Henzi's hatten jedoch einen vollständigen Erfolg, die Ligue war vernichtet, den Magister Steinauer sandte man, kaum an der Landesgrenze angelangt, mit Contreordre wieder heim, jedoch hatten beide Männer sich den Hass von vielen Feinden zugezogen, die bei Anlass des Memorials an die Räthe die Gelegenheit sich nicht entgehen liessen, Rache an König zu nehmen. Vergebens mühten sich Sekelmeister Christoph Steiger und Tillier ab, die Bannisirung Königs aus der Schweiz bloss auf das Bernbiet einzuschränken, der unbequeme König sollte überhaupt

aus dem Land. Etwas unbegreiflich ist mir hier eine Stelle über den bekannten Philosophen *Ch. Wolf*. König sagt, derselbe habe sich wenig Mühe gegeben, ihm eine Stelle zu verschaffen: „J'ai remarqué un homme qui seroit fort fâché que je visse en Allemagne"! Bekanntlich wandte sich König mit seinem Bruder nach Holland. Beim Betreten der Grenze knieten sie nieder und riefen: „Adieu Bern, Palast der Reichen! Adieu Bern, Spittel der Bettler! Adieu Bern, Zuchthaus der ehrlichen Leute!" Trotz dieser Verstimmung ist ja bekannt genug, dass König am Heimweh gestorben ist, dass es ihn am meisten gekränkt hat, dass in seinem Verbannungsurtheil die ganze Schweiz ihm verboten war, ihm, dem es ein Genuss gewesen wäre, seine Freunde in Zürich und Basel während seiner viermonatlichen Vacanzen zu besuchen. Die Nachricht von Henzi's Tod schmetterte König tief darnieder; er versorgte einen der Söhne seines Freundes im Haag. Zum Schluss ein Kind der Muse Königs:

„Hier vom Ufer der Frisonen
„Grüsst tausendmal den Limmatstrand
„Und Bodmer's hohes Guckinsland
„Ein sonderbarer Exulant,
„Vertrieben von den Lästrigonen,
„Die in der Bäreninsel wohnen.
„Nun, er gehorchet dem Geschick
„Und sieht nicht mehr dahin zurück.
„Im neuen Jahr wird er vergessen
„Land, Feinde, Freunde, selbst.....
„Und alles was ein Herze bricht
„Nur Bodmern bis zum Tode nicht!"

Alphabetisches

Personal- und Sachregister

über die

Mittheilungen

der

Naturforschenden Gesellschaft in Bern

vom Neujahr 1880 bis Neujahr 1891.

NB. Die fettgedruckten arabischen Ziffern bedeuten den Jahrgang der «Mittheilungen», wobei zu bemerken ist, dass von 1881 bis 1885 dieser Jahreszahl noch die römischen Ziffern I bis III beigesetzt sind, weil während dieser Periode die «Mittheilungen» in zwanglosen Heften publicirt wurden. Die weitern römischen Ziffern bezeichnen die Seitenzahl der Sitzungsberichte, die arabischen Ziffern diejenigen der Abhandlungen.

Als Fortsetzung zu dem im Jahrgang 1879 enthaltenen Verzeichniss.

A.

Anleitung zur Erstellung von Blitzableitern. Vorschlag der Kommission der Naturforschenden Gesellschaft in Bern. 87. 117.

Arnold, C. Beiträge zur vergleichenden Physiologie. 80. 151.

Auszug aus dem Protokoll der entomologischen Sektion. 82 II. XIV.
— aus der Kassarechnung pro 1882. 83 II. XX.
— „ „ „ „ 1883. 84 III. XII.
— pro 1884. 85 III. 188.
— aus der Jahresrechnung pro 1885. 86. 206.
— „ „ „ „ 1886. 87. 206.
— „ „ „ „ 1887. 88. XXIII.
— „ „ „ „ 1888. 89. XX.
— „ „ „ „ 1889. 90. XXVI.

B.

Bachmann, J. Verwerfungen in einer Kiesgrube bei Bern und neuentdeckte verkieselte Hölzer im Gletscherschutt. 80. 79.
— Notizen über die Entstehung der Bohnerzlager im Delsbergerthale. 80. XXII.
— Neues Vorkommen von Schwerspath bei Thun. 80. 93.
— Bericht über die mineralogisch-geologische Sammlung des städtischen Museums für das Jahr 1880. 81 I. 3.
— Neuere geologische Beobachtungen in Bern. 82 I. 61.
— Mineralogisches (Mittheilung von Dr. Engelmann in Basel). 82 II. 3.
— Ueber die Grenzen des Rhonegletschers im Emmenthal. 82 II. 6.
— Mineralogische Mittheilungen. 83 I. XIV.
— Demonstration und Mittheilung über Blitzwirkungen. 83 I. XVI.
— Ueber den endemischen Kropf nach Dr. Bircher. 83 II. VIII.
— Nachahmung von Diamanten. 83 II. XVII.
— Murmelthierreste im Gletscherschutt. 83 II. XVII.

Badertscher, A. Ueber Phosphorescenzerscheinungen. 88. XII.
— Ueber den Einfluss der Temperatur auf Phosphorescenz-Erscheinungen. 89. 75.

Baltzer, A. Ueber einen Fall von rascher Strudellochbildung. 84 III. 40.
— Die weissen Bänder und der Marmor im Gadmenthale, 1 Holzschnitt. 85 I. 30.
— Ueber ein Lössvorkommen im Kanton Bern. 85 I. 26.
— Ueber den Löss im Kanton Bern. 85 III. 111.
— Geologische Mittheilungen mit 1 Tafel. 86. 189.
— 1. Demonstration von Baryt aus Aegypten. 2. Demonstration von Photographien des Aetna. 87. XXX.
— 1. Eintheilung des Berner Diluviums. 2. Mammuthrest in den Voralpen. 3. Schichtenstörungen in Grundmoränen. 4. Bittersalz und

Baltzer, A. Magnesit als Zersetzungsproducte grüner Schiefer bei Zermatt 87. XI und XII.
— Mineralogisch-geologische Notizen. 87. 166.
— Ueber die Maare der Eifel, die Flimser Einsturzbecken und die Felsbecken. 88. VII.
— Ueber den Hautschild eines Rochen aus der marinen Molasse (mit Tafel). 89. 155.
— Ueber sogenannte Sandeier aus dem Dinotheriensande von Tramelan. 89. XII.
— Ueber die neuern Theorien der Gebirgsbildung. 89. XII.
— Ueber Graphitschiefer oder Graphitphyllit. 90. XII.
— Ueber das Vorkommen der sogenannten Schlagringe. 90. VI.
— Demonstration von Witherit. 90. VI.
— Ueber die Riesentöpfe, welche bei der Bahnhoferweiterung in Bern zum Vorschein gekommen sind. 90. VI.
— Demonstration der geologischen Schulkarte von E. Kissling und A. Baltzer. 90. IX.
— Ueber das Berner Oberland auf Grund seines Werkes „Das mittlere Aarmassiv". 90. IX.
— Demonstration des Blatt XIII der geologischen Karte. 90. IX.
— Ueber das interglaciale Profil bei Innsbruck. 90. XIX.
— Ueber Erdpfeiler. 90. XXI.

Baltzer, A. und E. Fischer. Fossile Pflanzen vom Comersee. 90. 139.

Beck, G. Ueber abnorme Blüthen von Tropaeolum minus. 81 II. XVII.

Benteli, A. Die Wind- und Niederschlagsverhältnisse von Bern mit Tafeln. 84 III. 3.
— Ueber ein Windhose. 85 III. XVI.
— Die Niveau-Schwankungen der 13 grössern Schweizer-Seen im Zeitraum der 20 Jahre 1867—1886 mit einer graphischen Tafel. 88 VII. 81.

Bergroth, E. Beitrag zur Tipuliden-Fauna in der Schweiz. 90. 131.

Bericht der Blitzableiterkommission an die Naturforschende Gesellschaft. 87. 111.

Berlinerblau, J. Chemische Zusammensetzung des Ozokerits. 87. XXV.
— Ueber Haltbarkeit von Sublimatlösungen. 87. XXVI.
— Ueber die Zerlegbarkeit der Elemente. 88. X.
— Vergiftung durch die Speiselorchel etc. Chemischer Theil. 88. 123.

Bigler, U. Betrachtung eines räumlichen Integrals ausgedehnt über das Innere eines Ellipsoids. 87. 52.
— Potential einer elliptischen Scheibe mit der Dichtigkeit 1 abgelenkt mittelst des discontinuirlichen Faktors v. Dirichlet. 87. 62.
— Potential eines homogenen rechtwinkligen Parallelepipeds. 87. 127.

Brückner, E. Ueber die Eiszeit im deutschen und österreichischen Alpenvorlande und in der Schweiz. 88. XVI.
— Ueber Grundwasser und Typhus. 89. VII.
— Untersuchungen über Klimaschwankungen. 89. XIII.
— Ueber die Arbeiten von Neumayr und Nathorst. 89. XV.
— Ueber den Einfluss der Schneedecke auf die Temperatur der Luft. 90. VII.
— Ueber die Theorie des Schlittschuhlaufens. 90. XX.

Büttikofer, J. Die Fauna der Pfefferküste. 82 II. II.
Burckhardt, G. Ueber Gehirnbewegungen. 81 I. 35.

C.

Coaz, J. Ueber das frühe Aufblühen von Gentiana verna und Primula farinosa. 80. XV.
— Jahresbericht der Bernischen Naturforschenden Gesellschaft 1880—81. 81 I. V.
— Der Illgraben gegenüber Leuk im Wallis. 81 I. 101.
— Ueber Alburnus alborella, de Philippi. 81 I. X.
— Beobachtung über das Erdbeben vom 27. Januar 1881. 81 I. XV.
— Ueber Frostschaden. 82 II. XII.
— Mittheilung über abnorme Tannzapfenbildung. 83 I. XV.
— Mittheilung über Seebälle. 84 III. 44.
— Erste Ansiedlung phanerogamischer Pflanzen auf von Gletschern verlassenem Boden. 86. 3.
— Ueber den Schneeschaden vom 28./29. September 1885. 87. XXIV.
— Vorkommen des grauen Lärchenwicklers 1886 und 1887 in Graubünden und im Veltlin. 88. V.
— Ueber den Sturmschaden vom 23. Januar 1890 in den Waldungen Graubündens. 90. XI.
— Ueber die Verbreitung des grauen Lärchenwicklers im Jahr 1868. 90. XI.

D.

Demme, R. Vergiftung durch die Speiselorchel etc. Pharmakologisch-toxikologischer Theil. 88. 112.
— Ueber einen neuen Sprosspilz. 89. IX.
Dubois, P. Untersuchung über die physiologischen Wirkungen der Condensatorentladung. 87. XXX.
— Untersuchung über die physiologischen Wirkungen der Condensatorenentladungen. 88. 1.
Dutoit, E. Ueber den Vegetationscharakter von Nord-Wales. 87. 158.
— Botanische Beobachtungen. 89. XV.

E.

Errata. 82 II. 134.
Excursion zur Besichtigung der erratischen Blöcke im Grauholz und Sädelbachwald. 90. XIV.

F.

Familiant, Vict. Beiträge zur Vergleichung der Hirnfurchen bei den Carnivoren und den Primaten im Anschlusse an die Untersuchung eines Löwen-Gehirns. Mit 2 Tafeln. 85 II. 49.
Fankhauser, J. Vorkommen von Krystallen auf Schnee. 84 I. XI.
— Ueber einige neuentdeckte Lycopodienkeime. 85 I. IX.
— Ueber die Keimung der Gerste und die Diastase. 86. XXII.

Fankhauser, J. Ueber einen Apparat zur Messung von Längenzuwachsen bei Stengel und Wurzel der Pflanzen. 87. XXIII.
— Ueber eine Beobachtung bei Englenen. 87. XXIII.
— 1. Geologische Mittheilungen aus dem Emmenthal. 2. Ueber die erratischen Blöcke im Emmenthal. 89. XIV.

v. Fellenberg, Edm. Die Kalkkeile am Nord- und Südrande des westlichen Theiles des Finsteraarhornmassivs (mit 2 lithographischen Tafeln). 80. 127.
— Ueber eine Feuersteinconcretion. 81 I. X.
— Referat über die Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Linthal und über die Gründung der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft. 82 II. III.
— Jahresbericht pro 1882/83 über die Thätigkeit der Bernischen Naturforschenden Gesellschaft. 83 I. V.
— Auffindung von Löss in der Gegend von Kosthofen. 84 III. VII.
— Demonstration von Bergkrystallen aus der Umgebung von Bex. 84 III. XI.
— Ueber Vorkommen von Löss im Canton Bern. 85 I. 34.
— Ueber ein neues Vorkommen von Bergkrystall in der Schweiz. 85 II. 99.
— Geologische Notizen aus dem untern Puschlav mit 6 Holzschnitten. III. 164.
— Demonstration von Mineralien. 86. XXII.
— Demonstration von Krokydolit. 87. XVI.
— Demonstration von Wiserin, Turnerit, Rutil, Phenakit, Argyrodit. 87. XXIV.
— Demonstration von Scheelit mit Amiant, Adular und Epidot. 87. XXI.
— Granit und Gneiss in den Berner Alpen. 87. 89.
— Demonstration einer Suite von Mineralien aus dem Baltschiederthal. 88. XII.
— Demonstration der geologischen Uebersichtskarte von Japan. 89. IX.
— Demonstration eines alten Massstabes mit eigenthümlicher Graduirung. 89. XI.
— Ueber ein neues Nephritoïd. 89. 219.
— Ueber den Flussspath der Oltschenalp und dessen technische Verwendung. 89. 202.

Fischer, Ed. Bemerkungen über den Streckungsvorgang der Phalloïdeen-Receptaculums. Mit 6 Zinkographien. 87. 142.
— Entwicklungsgeschichte der Fruchtkörper einiger Phalloïdeen. 85 III. XVIII.
— Ueber einige Pilzformen aus der Gruppe der Gastromyceten. 86. XXVII.
— 1. Demonstration über Sigillarien. 2. Ueber die Mikroskopirlampe von Koch & Wolz. 89. VII.
— Demonstration eines parasitischen Pilzes: Graphiola Phoenicis Poit. 90. XVIII.

Fischer, L. Neuere Forschungen im Gebiete der Uredineen. 80. VI.
— Ueber unterirdische Pilze. 80. XXVI.
— Nachtrag zum Verzeichniss der Gefässpflanzen des Berner Oberlandes. 82 I. 1.
— Ueber den parasitischen Pilz der Kaffeekrankheit. 83 I. XVI.

Fischer, L. Ueber die neuern Umgestaltungen des Pflanzensystems mit specieller Berücksichtigung der Ergebnisse der mikroskopisch-entwicklungsgeschichtlichen Forschungen der letzten Dezennien. 85 I. X.
— Demonstration eines Exemplars des Riesenborists. 88. XII.
— Ueber die Algengruppe der Siphoneen. 89. VIII.
— Zweiter Nachtrag zum Verzeichniss der Gefässpflanzen des Berner Oberlandes. 89. 109.
— Ueber eingeschleppte Gramineen. 90. VII.
— Demonstration von Bastpflanzen. 90. VII.

Flesch, M. Mittheilung über das Darmepithel und das Epithel des Gehörganges. 82 II. XII.
— Ueber einen neuen Fall von Mikrocephalie. 83 I. XIII.
— Histologie des Ausgenlides. 83 II. XIII.
— Ueber Sporozoen. 83 I. V.
— Ueber Furchung des Gehirns. 83 II. VI.
— Ueber einen Parasiten in der Darmwand des Pferdes. Mit einer lithographischen Tafel. 84 I. 26.
— Ueber die Endigung der Nerven im Muskel. 84 I. XI.
— Ueber einen heizbaren Objekttisch. 84 I. XIV.
— Demonstration von Parasiten der Hausthiere. 84 I XV.
— Bemerkungen über die Form des Rückenmarks. 84 III. V.
— Die histologische Verhältnisse der Hypophysis cerebri. 85 I. V.
— Zur Kenntniss der Nervenendigung in den quergestreiften Muskeln der Menschen. 1 Tafel. 85 I. 3.
— Ueber Missbidungen. 85 III. XV.
— Demonstration von Präparaten des Gehirns und anderer Organe. 87. XIII.
— Ueber das Scheitelauge die Wirbelthiere. 87. XXII.
— Ueber das Wesen der Tinktion mikroskopischer Präparate. 87. XIV.
— Ueber die Verschiedenheiten im chemischen Verhalten der Nervenzellen. Mit 1 Tafel. 87. 192.

Forster, E. Ueber den Durchgang elektrischer Entladungen durch stark evacuirte Röhren. 81 I. XXII.

Freudenreich, E. v. Ueber durch Bacterien verursachte Blähung der Käse. 90. VII.

Frey, H. Ueber Carbonsäure-Darstellung. 90. XIX.
— Ueber Verunreinigung des gewöhnlichen Aethers durch Viniläther. 90. XVIII.
— Analyse eines Kristalls. 90. XVIII.
— Ueber eine neue Synthese der aromatischen Carbonsäuren. 90. 121.

Fueter-Schnell, P. Aus dem Gebiete der Lebensmittelchemie. 85 II. 82.

G.

Gittis, Anna. Beiträge zur vergleichenden Histologie der peripheren Ganglien. 87. 24.

Glause, Amalie. Zur Kenntniss der Hemmungsmechanismen des Herzens. 84 II. 3.

Graf, J. H. Zur Bestimmung der spezifischen Wärme bei constantem Volumen von Gasen. 80. 71.

Graf, J. H. Ueber bestimmte Integrale. Zur Erinnerung an Prof. J. Schönholzer. 84 II. 46.
— Beitrag zur Kenntniss der ältesten Schweizerkarte von Aeg. Tschudi. 85 I. 43.
— Die Naturforschende Gesellschaft in Bern vom 18. Dezember 1786 bis 18. Dezember 1886. Mit einem Bildniss. 86. 91.
— Ueber Jakob Rosius und die bernischen Kalender. 88. XII.
— Ueber die Errichtung des ersten mathematischen Lehrstuhls in Bern. 88. X.
— Ueber den Rhombenwinkel der Basalflächen der Bienenzellen. 88. VII.
— Beiträge zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften im XVI. Jahrhundert. 88. V.
— Ueber den Mathematiker Niklaus Blauner. 89. XIV.
— Ueber einige mathematisch-geschichtliche Funde. 89. XV.
— Notizen zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften in der Schweiz. 89. 223.
— Sichtbarkeit des Eiffelthurms vom Montblanc aus. 90. VII.
— Ueber das Leben und die Arbeiten des waadtländischen Astronomen Jean Philippe Loys de Cheseaux. 90. X.
— Vorläufige Mittheilungen über Micheli du Crest. 90. XII.
— Ueber den Physiker und Geodäten Micheli du Crest. 90. XVI.
— Ueber Moussons Verdienst um das Microphon nach A. M. Tanner. 90. XVIII.
— Notizen zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften in der Schweiz. 90. 146.

Grützner, E. Zur Physiologie des Flimmerepithels. 82 I. 30.
— Ueber elektrische Nervenreizungen. 82 I. XI.
— Ueber den Fermentgehalt des normalen menschlichen Harnes. 82 I. XVI.
— Ueber elektrische Oeffnungserregung. 82 II. XIII.
— Mittheilung über eine neue Anwendung des Telephons in der Physiologie. 82 II. XIII.
— Physiologische Mittheilungen. 83 I. XIV.
— Die neueren Untersuchungen über künstliche Befruchtung der Froscheier. 84 I. XVI.

Guglielminetti. Ueber Blei- und Quecksilbervergiftungen. 85 III. 131.

Guillebeau, A. Kleine seratologische Mittheilungen (mit 2 Holzschnitten). 80. 119.
— Die Uebertragung von Schmarotzern der Hausthiere auf den Menschen. 81 I. XVIII.
— Ueber den Parasitismus einiger Oestriden. 81 II. VII.
— Die neuern Arbeiten über Wuth. 84 I. V.
— Jahresbericht pro 1883—84. 84 II. V.
— Ueber eine Sprosspilzkrankheit bei Daphnia. 84 2. IX.
— Demonstration von Lungen und Lebern, die mit Taenia serrata durchsetzt waren. 85 III. XV.
— 1. Zur Histologie der multiloculären Echinococcus. 2. Ueber einen Fall von Cysticerus der Taenia saginata. 89. XII.
— Ein neuer Fall von Cysticerus der Taenia saginata beim Rinde (1 Holzschnitt). 90. 12.

Guillebeau, A. Ein Fall von Echinococcus multilocularis beim Rinde (drei Holzschnitte im Text). 90. 7.

Haller, G. Ueber die Larvenformen der Milben. 80. XX.
— Das Auftreten und die Bekämpfung der Reblaus im Kanton Neuenburg. 81 I. XXIV.
— Die Hydrachniden der Schweiz. (Mit 4 Tafeln). 81 II. 18.

Hamel, G. Die Bedeutung des Pulses für den Blutstrom. 88. XII.

Hasler, G. Resultate des Thermographen auf dem Faulhorn und in Mürren (mit 2 Tafeln.) 81 II. 3.
— Automatisch funktionirender Thermograph mit Tafeln. 83 II. 58.
— Ueber Anlage von Blitzableitern. 87. 72.
— Ueber Zugsgeschwindigkeitsmesser bei Eisenbahnen. 89. VI.

Hess. Ueber einige Fragen der allgemeinen Toxikologie. 83 1. XVIII.

Huber, G. Die cassinischen Curven. 88. VII und 93.
— Ueber Schwingungen der Electricität. 90. V.
— Ueber neuere electrische Erscheinungen und Ansichten über Electricität. 90. X.

Hundertjähriges Stiftungsjubiläum, 18. Dezember 1886. 86. 207.

Jahresbericht über die Thätigkeit der Gesellschaft 1879/80. 80. I.

Jahresbericht pro 1884/85. 85 I. 1.

Jahresbericht pro 1885/86. 86. V.

Jahresbericht 1886—1887. 87. V.

Jahresbericht pro 1. Mai 1887 — 1. Mai 1888. 88. III.

Jahresbericht 1888—89. 89. III.

Jenner, E. v. Ueber die Zucht exotischer Vögel. 85 1. X.
— Ueber Tötungsmethoden der Insekten. 86. XVIII.
— Ueber Galvanoplastik. 87. XXII.
— Demonstration des Nestes eines Napoleonswebers. 87. XXIV.
— Vorweisung von Photographien. 88. VII.
— Demonstration eines Pilzmycels. 89. XIII.
— Auwendung von grünem und rothem Licht bei der camera obscura. 89. XV.
— Demonstration eines Kristalls. 90. XVII.

Jenny, F. Ueber Löss und lössähnliche Bildungen in der Schweiz. Mit Tafel. 89. 115.

Jonquière, Alfred. Mathematische Betrachtungen über den Bau der Bienenzelle. 84 1. 71.
— Mathematische Untersuchungen über die Farben dünner Gypsblättchen im polarisirten Lichte. 1 Holzschnitt. 85 I. 61.
— Einige Bemerkungen zur galvanischen Polarisation. 88. X u. 135.

Jonquière, G. Vergiftung durch die Speiselorchel in Folge von Ptomainbildung. Krankengeschichte. 88. 104.

Kissling, E. Ueber das Graphitlager im Gadmenthal. 90. XVII.
— Vorweisung seines Werkes über die fossilen Thier- und Pflanzenreste der Umgebung von Bern. 90. XX.

Koby, F. Les grottes de Milandre et de Reclère. 90. XIV.

Kocher, Th. Ueber Ursachen des Kropfes nach Untersuchungen im Ct. Bern. 87. XXIX.

Kocher, Th. Vorkommen und Vertheilung des Kropfes im Ct. Bern. (Mit einer Karte.) 88. 141.

Koneff, Helene. Beiträge zur Kenntniss der Nervenzellen der peripheren Ganglien. Mit Holzschnitten im Text. 86. 13.

Kotlarewski, Anna. Physiologische und mikrochemische Beiträge zur Kenntniss der Nervenzellen in den peripheren Ganglien. 87. 3.

Kowalenskaja, Katharina v. Beiträge zur vergl. mikroskopischen Anatomie der Hirnrinde des Menschen und einiger Säugethiere. Mit 1 Tafel. 86. 59.

Kronecker, H. Ueber die Vertheilung von Wärme in thierischen Körpern. 85 III. XVII.
— Ueber Bildung von Serumalbumin im Darmkanal. 87. XVI.
— Ueber synthetische Wirkung lebender Zellen. 87. XVIII.
— Demonstration eines Versuchsthieres. 88. X.
— Ueber den Zeitverlust bei Sinneswahrnehmungen. 89. VIII.
— Ueber Protoplasmabewegungen. 89. XII.
— Reduktion des Haemoglobins im Froschherzen. 89. XII.
— Demonstration des Engelmann'schen Bacterienversuchs im Mikrospectrum. 90. VII.

Lauterburg, R. Die wissenschaftliche Lösung der Wasserfrage mit Rücksicht auf die Versorgung der Städte. (Zwei Tafeln.) 82 I. 35.

Leuch, A. Ueber Curven 6. Ordnung. 88. V.
— Erzeugung und Untersuchung einiger ebenen Curven höherer Ordnung. (Mit Tafeln.) 89. 1.

Leist, K. Ueber den Einfluss des alpinen Standorts auf die Ausbildung der Laubblätter, (Mit 2 Tafeln.) 89. 159.

Lichtheim, L. Ueber pathogene Schimmelpilze. 81 II. 8.
— Untersuchung über intermittirenden Diabetes. 88. IX.

Lindt, W. jun. Ueber einen neuen pathogenen Schimmelpilz aus dem menschlichen Gehörgang. 88. XI.

Lothringer, Sig. Ueber die Hypophyse des Hundes. 86. 45.

Luchsinger, B. Zur Theorie der Reflexe und der Reflexhemmung. 80. 99.
— Ueber das Centralnervensystem des Blutegels. 80. XII.
— Ueber den Einfluss des Lichts und der Wärme auf die Iris einiger Kaltblüter. 80. 102.
— Zur Leitung nervöser Erregung. 80. 105.
— Zur Physiologie der Harnleiter. 81 I. 98.
— Ueber die Leistung thierischer Gewebe als eine Funktion ihrer mechanischen Spannung. 81 II. V.
— Ueber die toxicologische Wirkung einiger Metallsalze. 81 II. XI.
— Ueber die Resistenz der thierischen Organe gegen Gifte. 81 II. XII.

Luchsinger, B. & A. Guillebeau. Ueber ein spinales Centrum der Bauchpresse. 81 II. 84.

Luchsinger, B. Jahresbericht der bernischen Naturforschenden Gesellschaft 1881—1882. 82 I. V.
— Ueber einige toxicologische Versuche mit Wolfram- und Molybdänsalzen. 82 I. XV.
— Zur Physiologie des Herzens. 82 I. 70.

Luchsinger, B. Ueber die Wirkung der Kälte und Wärme auf die Iris der Frösche. 82 I. 74.
— Reflexerscheinungen des Wiederkäuens. 82 II. XII.
— Physiologische Mittheilungen. 83 I. XVIII.
— Ueber Wirkungen von Ammoniumbasen. 83 I. XXII.
— Zur Theorie des Wiederkauens. 83 I. 13.
— Ueber einige neue toxikologische Versuche über die Wirkung des Wismuths. 83 I. 26.
— Ueber die physiologischen Wirkungen der Wismutsalze. 83 II. V.

Marckwald, M. Wird die Athmung vom Rückenmark aus beherrscht? 88. XVII.
— Werden die Athembewegungen vom Rückenmarke beherrscht? 89. 59.

Marti, S. Beiträge zur Lehre von den Metallvergiftungen. 83 II. 3.

Mitglieder-Verzeichniss. 80. 193.
— pro 1. Mai 1883. 82 II. 129.
— pro 1883. 83 II. 67.
— 84 III. 79.
— 85 III. 182.
— 86. 200.
— 87. 200.
— 88. XVIII.
— 89. XV.
— 90. XXI.

Moser, Ch. Zur Theorie der Winkeldreitheilung. Mit Tafeln. 84 III. 50.
— Ueber die Hypothese von E. Dubois über die Marsmonde. 89. V.
— Ueber die internationale Erstellung der Himmelskarte und den gegenwärtigen Stand der diesbezüglichen Arbeiten. 90. XI.

Mützenberg, E. Ueber das Vorkommen der vasculären Welle in der Carotiscurve. Mit 2 Tafeln. 85 II. 1.

Nencki, M. v. Ueber die sog. Anaërobiose. 83 II. XVI.
— Ueber die Blutfarbstoffe. 85 I. V.

Pflüger. Der gegenwärtige Stand der Farbenblindheitsfrage. 80. XV.

Protokoll-Auszug der entomologischen Station, 81 II. XVIII.

Quiquerez, A. Notice sur quelques produits observés dans la démolition des hauts-fourneaux du Jura bernois. 80. 109.

Regelsperger, Gust. Mollusques terrestres et d'eau douce recueillis aux environs de Berne et d'Interlaken. 83. 2. 31.

Ris, F. Zur Geschichte des internationalen Mass- und Gewichtsbüreau's und der neuen Prototype des Meters und des Kilogramms. 90. 27.

Rollier. Ueber die geologischen Verhältnisse der Dubenlochschlucht. 90. XV.

Rothen, Th. Der gegenwärtige Zustand der Telephonie. 80. XXIV.
— Ueber den sog. 4. Aggregatzustand. 81 I. XV.
— Ueber die elektrischen Einheiten. 83 I. 15.
— Die neuesten Fortschritte in der elektrischen Beleuchtung. 84 I. XII.

Rubeli, O. Vergleich anatomischer Untersuchungen der Speiseröhre. 87. XXX.

Sahli, H. Beiträge zur Kenntniss der Schwammvergiftungen. II. Theil. Pathologische Anatomie und Toxikologie. 85 I. 82.

Schärer, E. Beiträge zur Kenntniss der Schwammvergiftungen. III. Klinischer Theil. 85 I. 107.

Schaffer. Ueber Petroluntersuchungen. 84 I. XIII.

Schmidt, C. Geographische und geologische Skizzen aus den Pyrenäen. 88. VIII.
— Ueber einen neuen Mineralfund aus dem Ober-Wallis. 89. IX.
— Ueber die Granitmassen in den Gebirgssystemen der Bretagne, der Pyrenäen und der Alpen. 89. IX.

Schuppli, M. Verzeichniss von im November und Dezember blühend gefundenen Phanerogamen. 80. XXVIII.

Schwab, Sam. Notices biographiques sur L. Agassiz. 86. XVI.
— Communication sur Thurmann, géol. et bot. du Jura. 89. XII.
— Ueber einen Fehler der topographischen Karte der Schweiz. 89. XV.

Schwarzenbach, V. Ueber Weinfälschung. 80. X.
— Ueber die Messung menschlicher Kopfhaare. 81 I. XX.
— Analyse des Psilomelans in Graubünden. 81 I. XXVI.
— Ueber das Sulfo-Rosanilin. 81 I. XXVII.

Sidler, G. Ueber associrte Punkte der Ellipse. 86. XV.

Statuten der Naturforschenden Gesellschaft in Bern. 83 II. XXI.

Statutenänderung. 85 III. XVIII.

Stauffer, B. Ueber das Vorkommen von Acherontia atropos. 85 3. XV.

Stauffer, H. Etude sur la quantité des courants d'induction employés en Electrothérapie. (3 Holzschnitte und 3 Tafeln im Text.) 90. 71.

Steck, Th. Ueber die Blattlauslitteratur. 85 III. VX.
— Stellung und Lebensweise der sozialen Wespen. 85 III. XVII.
— Lebensweise und Nestbau der Hummeln. 85 III. XVIII.
— Ueber schweizerische Arten der Gattung Anomala. 86. XVII.
— Entomologische Ergebnisse einer Excursion nach Sicilien. 86. 178.
— Bericht über die Vermehrung der entomologischen Sammlung des naturhistorischen Museums in Bern. 1886. 87. 48.

Strasser, H. Ueber die Ortsbewegung der Schnecken. 89. XI.
— Ueber eine Anomalie in der Lagerung der Fleischfasern des Zwerchfells, bedingt durch eine Krümmung der Wirbelsäule. 89. XV.
— Ueber neuere Untersuchungen über den Vogelflug. 90. XV.

Studer, B. jun. Beiträge zur Kenntniss der Schwammvergiftungen. I. Theil, bot., 1 Tafel. 85 I. 77.
— Ueber ein mykologisches Werk des vorigen Jahrhunderts. 86. XXVII.
— Vergiftung durch die Speiselorchel etc. Botanischer Theil. 88. 106.
— Eine Pilz-Excursion in die südlichen Seitenthäler des Oberwallis. 88. XVII.
— Pilz-Excursion in's Unter-Wallis. 89. XIV.
— Nachtrag zur Kenntniss schweizerischer Pilze von Dr. E. Fischer. 90. 25.
— Beiträge zur Kenntniss der schweizerischen Pilze. (2 Tafeln). 90. 12.

Studer, Th. Ueber die Anatomie der Siphonaria redimiculum, Reese. 80. XIV.
— Ueber eine Tabelle der nützlichen und schädlichen Vögel. 80. XIX.
— Ueber Knospung und Theilung bei Madreporarien. Mit 8 Holzschnitten. 80. 3.
— Beitrag zur Fauna der Steinkorallen von Singapore. (Mit 18 Holzschnitten). 80. 15.
— Ueber die statistische Aufnahme der Farbe der Haut und Augen im Ct. Bern. (Mit 4 lith. Farbendruck-Tafeln). 80. 54.
— Ueber den Fund von Resten der Gemse in der Pfahlbaustation Lattrigen. 80. 97.
— Ueber einige Resultate der Tiefseeuntersuchungen. 81 I. XI.
— Ueber die Aufstellung der zoologischen Sammlung im neuen Museum. 81 II. XIV.
— Ueber das Zusammenleben von Thieren mit Algen. 82 I. VIII.
— Ueber den Zwischenwirth von Bothriocephalus latus. 82 I. IX.
— Ueber den Zwischenwirth von Distomum hepaticum. 82 I. X.
— Die Thierwelt in den Pfahlbauten des Bielersees. (Mit 5 Tafeln.) 82 II. 17.
— Geologische Beobachtungen im Gebiete des Schwarzhornmassifs. 82 I. 18.
— Mittheilungen über Bothriocephalus latus. 83 I. XXI.
— Mittheilung und Demonstration über den Schädel von Dicranocerus americanus. 83 I. XXIII.
— Ueber kalifornische Korallen. 83 I. 3.
— Ueber die Eiderente. 83 I. 8.
— Ueber das Vorkommen des Lachses im Bielersee. 83 I. 9.
— Mittheilungen zur Fauna der Pfahlbauten. 83 I. XVIII.
— Beiträge zur Kenntniss der Coregonen des Thunersee's. 83 II. XVIII.
— Nachtrag zu dem Aufsatze von Dr. Regelsperger und Verzeichniss der bis jetzt in der Umgebung Bern's bekannten Mollusken. 83 II. 42.
— Mittheilungen über die Menschenschädel der Pfahlbauer. 84 I. XI.
— Nachtrag zu dem Aufsatz «Ueber die Thierwelt in den Pfahlbauten des Bielersees». Mit Tafeln. 84 I. 3.
— Ueber einen Fischparasiten aus der Ordnung der Tramatoden. 84 II. XI.
— Ueber die in der Umgebung Bern's vorkommenden Arten des Flusskrebses. 84 II. XI.
— Ueber die Archaeopteryx und die Urgeschichte der Vögel. 84. III. XI.
— Verzeichniss der Fische aus der Fauna der Pfahlbauten. 84. III. XI.
— Ueber den Fund eines Unterkiefer von Rhinoceros tichorhinus. 85 I. XI.
— Die Fauna Südgeorgiens. 85 III. XV.
— Ueber ein Vogelbuch. 86. XI.
— Ueber Bau und System der achtstrahligen Korallen. 86. XIII.
— Ueber eine Sammlung von Thieren aus Anam. 86. XV.
— Ueber Embryonalformen einiger antarct. Vögel. 86. XXV.
— Ueber menschliche Knochen (Schädel) aus dem Pfahlbau bei Sutz am Bielersee. 86. XXVI.
— Ueber die zahmen Hunde von Sumatra. 87. XV.
— 1. Demonstration eines Schädels mit Gehirnausguss von Würenlos. 2. Demonstration eines Pfahlbau-Schädels von Sutz. 87. XXVI und XXVII.

Studer, Th. Bericht über die Vermehrung der zoolog. Sammlung des naturhistorischen Museums in Bern 1886. 87. 39.
— Ueber Säugethierreste aus glacialen Ablagerungen des bernischen Mittellandes. 88. V und 66.
— Ueber die Arctomyreste aus dem Diluvium der Umgegend von Bern. 88 V. und 71.
— Ueber das Abfallen der Tannästchen. 88. X.
— Ueber ein Verzeichniss schweizerischer Vögel. 89. V.
— Demonstration und Mittheilungen über einen Band der Challinger-Expedition. 89. XII.
— Ueber die Biologie der nördlichen Bartenwale. 90. VI.
— Ueber die Thierwelt des Jura zur Zeit der Bildung des Muschelsandsteines. 90. XVI.
— Ueber Säugethierreste aus dem miocenen Muschelsandstein von Brüttelen. 90. VI.
— Ueber die hydrographischen und biologischen Forschungen des Prinzen von Monaco. 90. VIII.
— Ueber eine Doppelmissbildung einer Forelle. 90. XVII.
— Ueber einen Froschalbino. 90. XVII.
— Demonstration von Gehörknochen von Delphinen aus dem Muschelsandstein von Brüttelen. 90. XVII.
— Demonstration eines Albino einer Nacktschnecke. 90. XX.
— Ueber eine neue Gattung und Art von Alcyonarien aus der Familie der Isidae. 90. XX.

Simons. Ueber pneumatische Fundation. 83 I. XIX.

Schaffer, F. Ueber den Einfluss der sexualen Erregung auf die Zusammensetzung der Kuhmilch. 83 II. 63.

Steck, Theod. Ueber die zoologische Station in Neapel. 83 II. VI.

Schwarzenbach, V. Ueber Trennung von Mangan und Nickel mittelst Ozon. 84 II. 44.
— Ueber die Verwendung des metall. Wasserstoffs in der quantitativen Analyse. 85. II. IX.

Tavel. Ueber die Asepsis in der Chirurgie u. die Dampfsterilisation. 88. XIV.

Thiessing, J. B. Ueber Höhlenfunde im Jura. 85 II. XIII.
— Neuer Höhlenfund im Jura. 85 III. 128.
— Ueber den Lias von Lyme-Regis. 89. XIV.
— Notizen über den Lias von Lyme-Regis. 90. 1.
— Ueber schweizerischen Graphit. 90. XV.

Tschirch, A. Physiologisch-chemische Studien über Samen und ihre Keimung. 90. XVII.

Valentin, Ad. Ueber die Beschaffenheit der riechbaren Stoffe und die Ursachen des Riechens. 84 I. 60.
— Geschichte und Physiologie der Bauchrednerei. 84 III. VIII.
— Ueber lokale Anaesthesie. 86. XVI.

Verzeichniss der im Jahre 1880 der Bibliothek der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft zugekommenen Schriften. 80. XXX.

Verzeichniss der anno 1881 und 1882 der Bibliothek zugekommenen Schriften. 82 II. XXI.

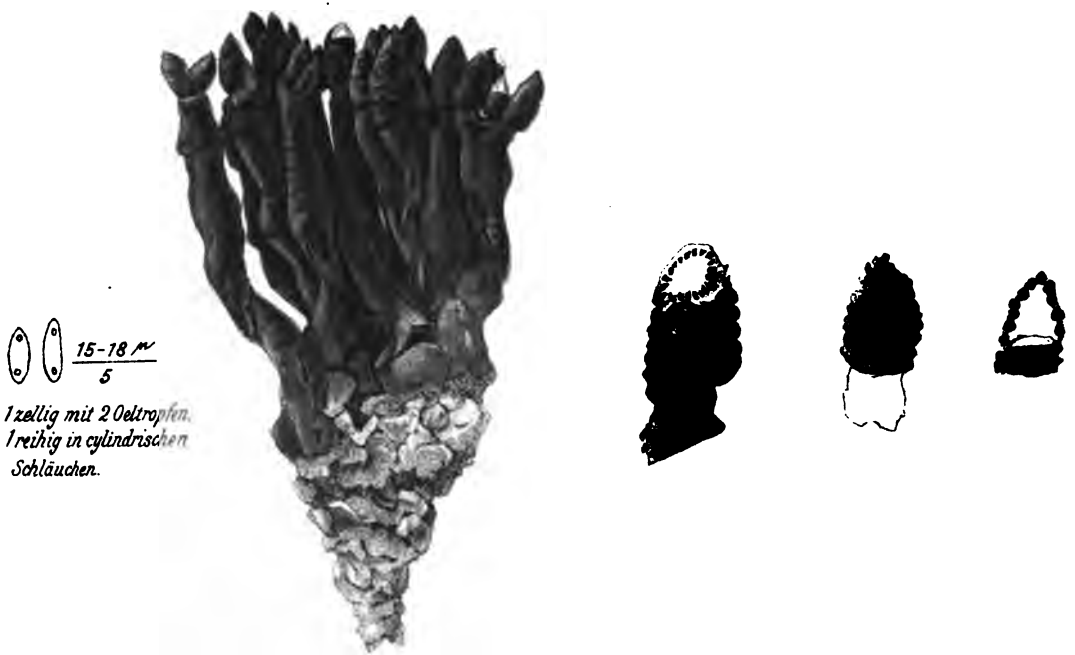
Vinassa, E. Ueber die Fortschritte auf dem Gebiet der botanisch-pharmakognostischen Mikroskopie. 88. XI.

— Ueber eine Erkrankung des Obstweins durch einen Bacillus. 89. XV.

Wassilieff, N. W. Wo wird der Schluckreflex ausgelöst? Mit 4 Holzschnitten. 87. 170.

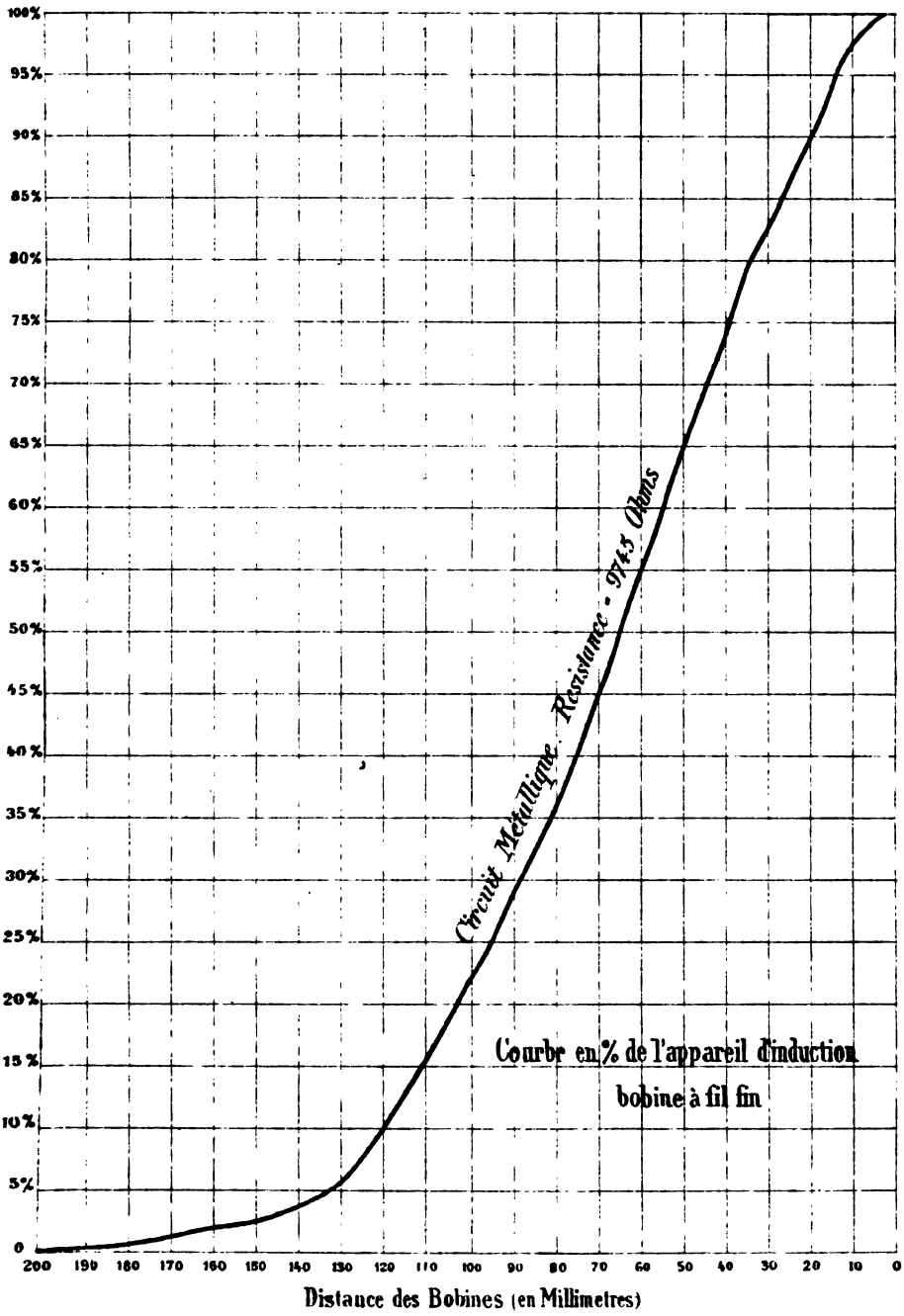
Studer pinx.

FLAMMULA STUDERIANA FAYOD

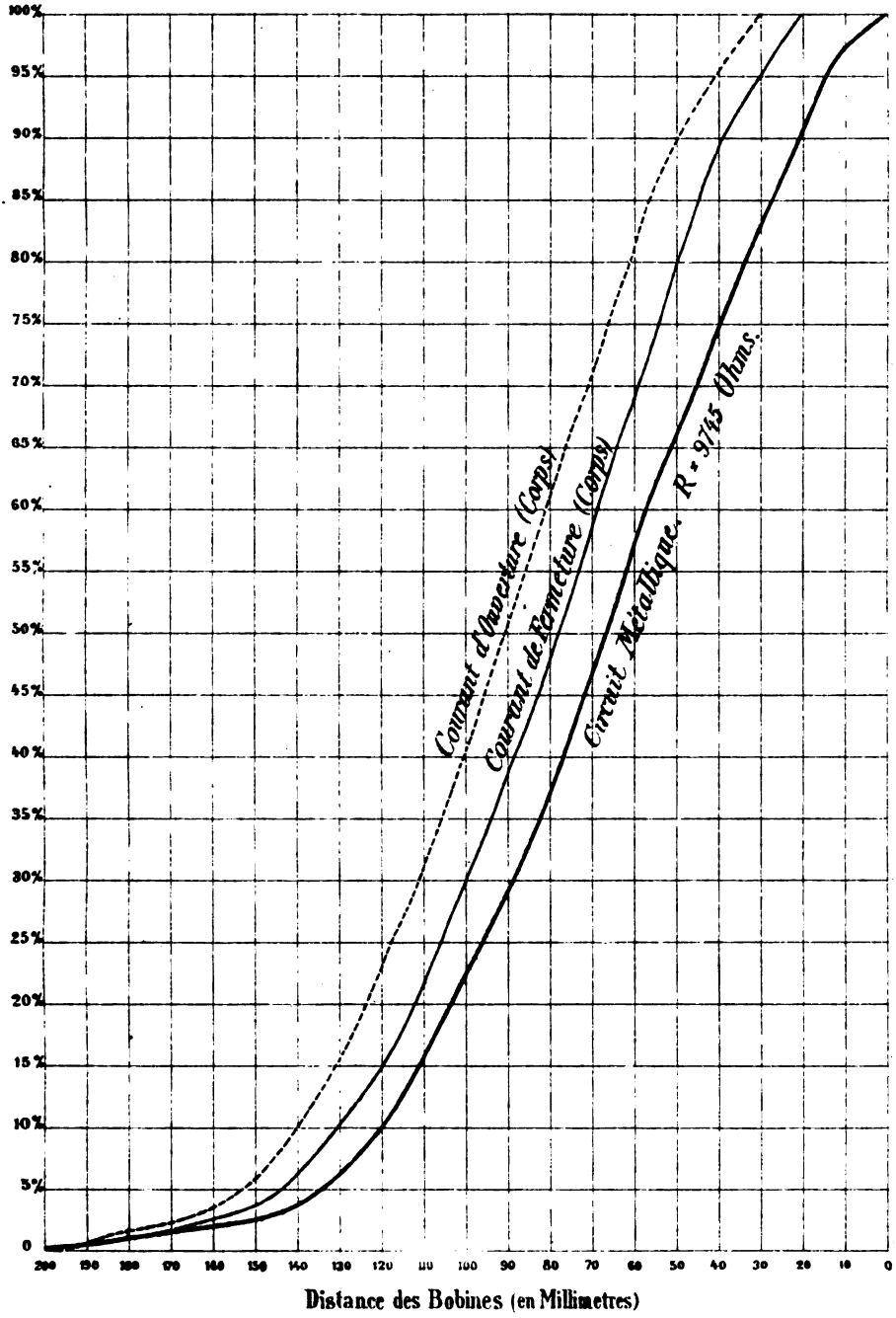


XYLARIA POLYMORPHA VAR.

PI. 1.


100%
95%
90%
85%
80%
75%
70%
65%
60%
55%
50%
45%
40%
35%
30%
25%
20%
15%
10%
5%
0
200 190 180 170 160 150 140 130 120 110 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0
Circuit Métallique. Resistance = 97.5 Ohms
Courbe en % de l'appareil d'induction
bobine à fil fin
Distance des Bobines (en Millimetres)

Pl. 2.


100%
95%
90%
85%
80%
75%
70%
65%
60%
55%
50%
45%
40%
35%
30%
25%
20%
15%
10%
5%
0
200 190 180 170 160 150 140 130 120 110 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0
Courant d'Ouverture (Corps)
Courant de Fermeture (Corps)
Circuit Métallique. R = 9745 Ohms.
Distance des Bobines (en Millimetres)

Mittheilungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Bern

aus dem Jahre 1891.

Nr. 1265 — 1278.

Redaction: Prof. Dr. J. H. Graf.

BERN.
Druck und Verlag von K. J. Wyss.
1892.

OCT 29 1892

Jahres-Bericht

über die

Thätigkeit der bernischen Naturforschenden Gesellschaft

während des Amtsjahres vom 1. Mai 1890 bis zum 1. Mai 1891.

Die Zahl der Mitglieder des Vereins hat sich während des Amtsjahres 1890/91 nicht unerheblich vermehrt. Durch den Tod verloren wir zwei langjährige Mitglieder: Herrn Prof. Dr. Schwarzenbach und Herrn Prof. Dr. Mousson, welch' letzterer der Gesellschaft seit 1829 zuerst als ordentliches, später, nach seiner Uebersiedelung nach Zürich, als korrespondirendes Mitglied angehört hatte. Ausgetreten sind 6 Mitglieder, aufgenommen dagegen 28 Mitglieder, so dass die Mitgliederzahl im Ganzen um 21 zugenommen hat. Dieser beträchtliche Zuwachs ist zum Theil auf Rechnung der gedruckten Aufforderung zum Beitritt zu setzen, die im ganzen Kanton verschickt wurde. Heute, am 1. Mai 1891, beträgt die Zahl der Mitglieder 174.

Sitzungen wurden im Ganzen 15 abgehalten und durchschnittlich von 23 Mitgliedern und Gästen besucht. Eine der Sitzungen fand am 29. Mai 1890 in Magglingen bei Biel statt. Ausserdem machte die Gesellschaft am 14. Mai unter der Leitung des Herrn Forstmeister Zeerleder einen Ausflug zu den erratischen Blöcken des Grauholz und des Sädelbachwaldes. Beide Ausflüge fanden trotz der ungünstigen Witterung allgemeinen Anklang.

Es wurden im Laufe des Jahres 33 Vorträge gehalten, davon 21 mit Demonstrationen, und 15 kleinere Mittheilungen, meist mit Vorweisung von interessanten Gegenständen, gemacht. Von diesen Vorträgen und Demonstrationen gehörten 11 ins Gebiet der Geologie; 10 in das der Zoologie; 6 behandelten botanische Themata; auf das Gebiet der Chemie und der Geschichte der Naturwissenschaften entfielen je 4 Vorträge; 3 waren physikalischen Inhalts; je 2 erörterten Fragen der Physiologie, der physikalischen Geographie und der Mathematik; endlich je einer solche der Astronomie und Mineralogie. Meist riefen die Vorträge lebhafte Diskussionen hervor.

An den Vorträgen und kleinen Mittheilungen betheiligten sich folgende 26 Herren:

Prof. Dr. Baltzer	2 Vorträge, 1 Demonstration.
Rektor A. Benteli	1 Vortrag.
Prof. Dr. Brückner	2 Vorträge, 1 Mittheilung.
E. v. Büren-v. Salis	1 Demonstration.
Oberforstinspektor Coaz	1 Vortrag.
Dr. Dubois	1 Vortrag.

J. Fankhauser	1 Demonstration.
Prof. Dr. L. Fischer	1 Vortrag und 1 Demonstration.
Dr. Ed. Fischer	2 Vorträge.
Dr. H. Frey	3 Vorträge.
Prof. Dr. Graf	1 Vortrag und 1 Mittheilung.
Prof. Dr. Huber	2 Vorträge und 1 Mittheilung.
Custos v. Jenner	1 Demonstration.
Dr. Kissling	2 Demonstrationen.
Dr. Koby	1 Vortrag.
Prof. Dr. Kronecker	1 Vortrag.
Dr. Moser	1 Vortrag.
Rollier	1 Vortrag und 1 Demonstration.
Prof. Dr. Rossel (Gast)	1 Vortrag und 1 Demonstration.
Sekundarlehrer Rüefli	1 Vortrag.
Kantonschemiker Dr. Schaffer	1 Vortrag.
Sekundarlehrer Steck	1 Vortrag.
Prof. Dr. Strasser	1 Vortrag.
Prof. Dr. Th. Studer	3 Vorträge und 4 Demonstrationen.
Dr. Thiessing	1 Vortrag.
Prof. Dr. Tschirch	4 Vorträge.

Den genannten Herren sei hier noch unser besonderer Dank ausgesprochen.

Der nunmehr etwa 2 Jahre bestehende Lesezirkel der Gesellschaft wurde im abgelaufenen Vereinsjahr reorganisirt. Die Neuerungen bezwecken die Zirkulation der Mappen strenger zu regeln; aus diesem Grunde sollen vom 1. November 1890 an die Bussen unerbittlich eingefordert werden. Die Zahl der Theilnehmer am Lesezirkel ist auf 33 gestiegen. Diese grosse Zahl brachte es mit sich, dass die zuletzt eingetretenen Theilnehmer alle Zeitschriften erst 35—40 Wochen nach deren Erscheinen erhielten. Um diesem Uebelstand vorzubeugen, wurde die Einrichtung getroffen, dass in Zukunft nicht mehr alle neuen Zeitschriften beim Geschäftsführer in die Mappen eingelegt werden, sondern bei 4 verschiedenen Theilnehmern. Infolge dessen erhält nunmehr jeder Theilnehmer sowohl alte, als auch einige neue, d. h. höchstens 2 Monate alte Zeitschriften. Gleichzeitig haben jene 4 Vertrauensmänner die Pflicht, als Controlleure über die Regelmässigkeit der Zirkulation zu wachen.

In Zirkulation befinden sich gegenwärtig folgende 13 Zeitschriften: Nature, La Nature, Die Natur, Himmel und Erde, Le Naturaliste, Revue scientifique, Naturwissenschaftliche Rundschau, Feuille des jeunes naturalistes, Biologisches Centralblatt, American Naturalist, Revue des sciences, Ausland und Botanisches Centralblatt.

In der Sitzung vom 7. Juni 1890 wurde beschlossen, für die 10 Jahrgänge 1881 bis 1890 unserer Mittheilungen ein Register anfertigen zu lassen und dem Jahrgang 1890 beizugeben.

Der Universität Toronto, deren Bibliothek 1890 gänzlich abbrannte, hat die Gesellschaft eine Serie ihrer Publikation als Geschenk überlassen.

Zur Erhaltung eines interessanten erratischen Blockes oberhalb Biel, genannt Zwölfistein, steuerte die Gesellschaft 50 Fr. bei. Ebensoviel wurde der Centralkommission für schweizerische Landeskunde als einmaliger Beitrag zu den Kosten der Organisation überwiesen.

Am 23. Oktober 1890 feierte die Société de physique et d'histoire naturelle in Genf ihr 100jähriges Jubiläum; unsere Gesellschaft war bei dieser Gelegenheit durch die Herren Professoren Fischer und Studer als officielle Delegirte vertreten, welche die zu diesem Zweck freundlich zur Verfügung gestellte Arbeit des Herrn Prof. Dr. Graf über Micheli du Crest als Festschrift überreichten.

Im Winter lief bei der Gesellschaft die Aufforderung ein, sich an der, zur Feier des 70. Geburtstages von Herrn von Helmholtz geplanten Helmholtzstiftung zu betheiligen. Es wurde unter den Mitgliedern eine Sammlung veranstaltet, welche die hübsche Summe von 250 Fr. ergab.

In der letzten Sitzung des Berichtsjahres, am 25. April 1891, fand statutengemäss die Neuwahl des Präsidenten und des Vizepräsidenten statt; gewählt wurde zum Präsidenten für 1891/92 Herr Dr. S. Schwab, bisher Vicepräsident, und zum Vicepräsidenten Herr Rektor A. Benteli.

Nicht günstig wirkte auf den Besuch der Sitzungen auch in diesem Jahr der leider durch die Umstände veranlasste mehrfache Wechsel des Versammlungslokales. Im Sommer tagten wir im Café Weibel, mussten jedoch zu Beginn des Winters in das Hotel Pfistern übersiedeln und gleich darauf ins Hotel zum Storchen umziehen, in dem uns ein geräumiger Saal zur Disposition gestellt wurde. Hoffen wir, dass unser an Umfang immer mehr und mehr anwachsender Verein hier — wenigstens für die Wintersitzungen — eine Heimstätte für lange Zeit gefunden habe!

BERN, 1. Mai 1891.

Der Berichterstatter:
Ed. Brückner.

Sitzungs-Berichte.

829. Sitzung vom 10. Januar 1891.

Abends 7½ Uhr im Gasthof zum Storchen.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Brückner. Anwesend 26 Mitglieder und Gäste.

1. Herr Professor Dr. G. Huber hält einen Vortrag: Forschungen aus dem Gebiete der Spectralanalyse. (S. d. Abhandlungen.)

2. Herr Professor Dr. A. Tschirch spricht über die Serehkrankheit des Zuckerrohres.

3. Derselbe demonstrirt und erläutert die von ihm und Prof. Frank herausgegebenen pflanzenphysiologischen Wandtafeln für den Unterricht

830. Sitzung vom 24. Januar 1891.

Abends 7½ Uhr im Gasthof zum Storchen.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Brückner. Anwesend 24 Mitglieder und 4 Gäste.

1. Herr Professor Dr. Rossel, als Gast anwesend, hält einen Vortrag über das chemische periodische Gesetz nach Mendelejeff.

2. Herr Professor Dr. L. Fischer demonstrirt ein getrocknetes Exemplar der zur Familie der Gnetaceen gehörenden **Welwitschia mirabilis**, das Herr Dr. H. Schinz in Zürich dem hiesigen botanischen Institut zum Geschenk gemacht hat. Der Vortragende erörtert die hauptsächlichsten morphologischen und anatomischen Eigenthümlichkeiten der Pflanze und legt zugleich die Tafeln der Hooker'schen Abhandlung «On Welwitschia» vor. Der Verbreitungsbezirk der Pflanze beschränkt sich auf die westafrikanischen Küstenländer zwischen 15 und 23° südl. Br. (Mossamedes, Damaraland, Hereroland etc.). Schliesslich wird noch die einzige inländische Species der Gnetaceen: die im Unterwallis vorkommende Ephedra helvetica vorgewiesen.

3. Herr Dr. Frey spricht **über den Höhlenfund bei Büsserach**: Im Herbste vergangenen Jahres 1890 wurde in einer Höhle bei Büsserach (Schwarzbubenland) ein prähistorischer Fund gemacht, dessen Ausbeutung der Referent, bei Anlass einer Wasserexpertise für die Gemeinde Arlesheim (Baselland), beizuwohnen Gelegenheit hatte. Die Höhle befindet sich gerade unterhalb der Ruine Thierstein, nahe der Strasse Büsserach Erschwyl und zwar im geologischen Horizonte Corallien; an einem vorgelegten Profile wird deren genaue Lage erläutert. Die interessanten Fundstücke, welche in zuvorkommender Weise vom Museumsvorstand in Solothurn

für die Demonstration zur Verfügung gestellt worden sind, bestehen in zahlreichen Knochenfragmenten von Bär, Wolf, Luchs, Steinbock, Hirsch, Rennthier und Schwein; dabei fanden sich Werkzeuge aus Feuerstein wie Pfeilspitzen, Messer, Schaber und ein zum Stechinstrument geschliffenes Knochenstück. Vom Menschen wurde nur ein zerschlagenes Wadenbein gefunden. Dieser dem ersten Steinzeitalter angehörende Fund ist merkwürdigerweise der erste auf dem doch so höhlenreichen Gebiete des Solothurner Jura.

4. Herr J. Fankhauser weist vor:

a) Palmacites, verkieselt, aus der Umgegend von Trub (Seltenbachgraben), Zone des Braunkohlenlagers Blapbach.

b) Vom Belpberg (marine Molasse): einen Seeigel sowie die Scheere eines Decapoden (Unicum).

c) Einen Murmelthierschädel aus der Kiesgrube (Moräne) bei Gümligen; ein anderer, ebenfalls von dort stammender Schädel ist vom Vortragenden seiner Zeit dem naturhistorischen Museum übergeben worden.

d) Schädel, Zähne und Knochen von wenigstens zwei Individuen des Murmelthieres, gefunden von Herrn Direktor Jenzer, übersendet von Dr. v. Ins. Fundort: neuer Einschnitt der Ostermundiger Steinbruchbahn.

831. Sitzung vom 7. Februar 1891.

Abends um 7½ Uhr im Gasthof zum Storchen.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Brückner. Anwesend 17 Mitglieder und 3 Gäste.

1. Herr Professor Dr. Th. Studer spricht über die Schneckenfauna der Dünen (s. d. Abhandlungen).

2. Herr L. Rollier spricht über **die Oxfordstufe von Brienz, verglichen mit derjenigen des Jura.** Es wurde zu wiederholten Malen der Versuch gemacht, die verschiedenen Jurastufen der classischen und wohluntersuchten Gegenden der Nordzone auch in den Alpen zu erkennen. Es gelang diess nicht immer in zutreffender Weise. Es traten viele Schwierigkeiten in den Weg, so besonders die Faciesunterschiede. Man ist deshalb oft zu der Meinung gekommen, die geologische Systematik wäre in den meisten Fällen unmöglich. Die geologischen Stufen entsprächen blos lokalen Verhältnissen und hätte man zum Beispiel die Stufenreihe anfangs in den Alpen unterschieden, so wäre man zu ganz andern Resultaten gekommen, und die Stufenreihe wäre eine ganz andere geworden. Ich gebe gerne zu, dass man gegenwärtig die Zeitabschnitte der geologischen Bildungen noch nicht gekennzeichnet hat, aber es haben in der Erdgeschichte Erscheinungen, die man früher Revolutionen geheissen hat, stattgefunden, welche Veränderungen in dem geologischen Absatz der alten Meere mit sich gebracht haben.

Dies ist besonders im mitteleuropäischen Juramеer der Fall gewesen. Betrachtet man zum Beispiel die scharfe Grenze, welche im Kanton Aargau und anderwärts zwischen Dogger und Malm vorkommt, so muss man erkennen, dass zu damaliger Zeit Ufer-Störungen stattgefunden haben, neue Wasserströme haben im Juramеer ein reichhaltigeres Material zugeführt, und eine neue Stufe hat sich gebildet. Ich möchte aber diese Betrachtungen nicht auf Grundlage der Theorie stützen, da man ja vieles einzuwenden hätte, sondern auf Grundlage der geologischen Forschung.

Kennen wir einmal durch lokale Monographien die geologischen Verhältnisse der verschiedenen Länder genauer, dann können wir auch durch Vergleichung die Stufenbildung besser auffassen.

Im reichhaltigen Material, welches in der Ooster'schen Sammlung aus dem Oxfordschiefer des Berner Oberlandes aufbewahrt wird, finden sich zum Theil gut erhaltene und verkieste Ammonitenarten, die ich einer neuen Bestimmung unterzogen habe und die mit den charakteristischen Arten der nördlichen Oxfordstufe vollkommen übereinstimmen. Andere Fossilien als Ammoniten und langgestreckte Belemniten sind keine vorhanden, dieselben werden indessen wohl genügen um die nämliche Zusammensetzung der Stufe, wie sie in der Nordzone bekannt ist, erkennen zu lassen.

I. Zone des Ammonites Mariae. Es hat Hr. Douvillié letzthin gezeigt,*) dass die verflachten Abarten des Am. Mariae nach den d'Orbigny'schen Figuren irrthümlich als Am. Lamberti bestimmt werden. Letztere Art kommt nämlich auch im Jura nur mit Am. ornatus in der oberen Kellowaystufe vor. Am. Mariae muss desshalb die untere Unterabtheilung der Oxfordstufe, also den Mergel von Châtillon südlich von Delsberg charakterisiren. Wir können als bezeichnende Ammoniten für diese Unterabtheilung folgende Arten aufzählen:

Ammonites Mariæ d'Orb.
" sulciferus Op.
" Babeanus d'Orb.
" lunula Ziet.
" punctatus Stahl.
" Hersilia d'Orb.
" denticulatus Ziet.
" suevicus Op.

Sämmtliche Arten findet man in Châtillon, in Rouges-Terres, in Reussilles im Jura, nebst andern durchgehenden oder seltenern Formen.

Aus der Umgebung von Brienz, von der Oltschialp, von der Wendenalp**), von Unterhaid bei Meyringen und von Erzeck an der Grenze von Unterwalden sind im Berner Museum die nämlichen Arten vorhanden, ausgenommen Am. Hersilia. Besonders schön und typisch ist Ammonites suevicus Op., aus welchen Exemplaren Herr Ooster Am. Brunneri gemacht hat.

Ausserdem ist im Oxfordschiefer des Berneroberlandes Am. tortisulcatus d'Orb. der häufigste Ammonit. Die Art kommt indessen in Châtillon auch vor; da sie aber in der höheren Aargaustufe, in den Birmensdorferschichten wieder auftritt, wenn sie überhaupt nicht eine andere Form darstellt, so kann dieselbe kaum dazu dienen, den Horizont zu charakterisiren. Dann kommen noch im Oberlande zwei schöne Arten nicht selten vor, die man aus dem Jura fast nicht kennt; es sind Am. Zignodianus d'Orb. und Am. Puschi d'Orb. (tatricus Pusch.)

II. *Zone des Ammonites cordatus.* Die häufigsten und wohl charakterisirten Formen dieser mittleren Unterabtheilung der Oxfordstufe sind im Berner-Jura folgende:

---

*) H. Douvillié. Note sur la partie moyenne du terrain jurassique dans le bassin de Paris. Bull. Soc. géol. de France, 3e série, t. IX, p. 442.

**) Siehe Baltzer: Der mechanische Contact von Gneiss und Kalk im Berner Oberland (Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz 20. Lief.) p. 49. Auch Mösch: Verhandlungen der schweiz. nat. Gesell. 1875 p. 262.

Ammonites cordatus Sow.
„ plicatilis Sow.
„ perarmatus Ziet.
„ Henrici d'Orb. (Delemontanus Op.)
„ oculatus Phil.

Es befindet sich in der Oosterschen Sammlung ein kleiner typischer Am. cordatus vom Brünig, beim Hôtel Hochwacht gefunden. Ammonites plicatilis hat Herr Prof. Baltzer in schönen grossen und verkiesten Exemplaren in Unterhaid bei Meyringen gesammelt. Ammonites Henrici ist auch von Meyringen vorhanden.

Es wäre somit die zweite Zone der Oxfordstufe auch im Oxfordschiefer der Alpen nachweisbar, und so werden sich wohl aus dieser Zone noch etliche gute Arten erwarten lassen. Merkwürdiger Weise hat sich kein einziges Stück von Am. Renggeri Op., der sonst im Jura in der ersten sowohl als in der zweiten Zone in etlichen Varietäten nicht selten ist, im Oxfordschiefer der Alpen gezeigt. Diese kleine Art wird wahrscheinlich an gewisse lokale Verhältnisse gebunden gewesen sein.

III. *Zone der Pholadomya exaltata.* Das echte Terrain à Chailles, die Knollenschichten, dürfen wir stratigraphisch nicht als eine weit verbreitete Bildung ansehen. Schon im südlichen Theil des Berner-Jura, wo die gesammte Oxfordstufe sich auszukeilen beginnt, sind diese sonderbaren Kalkmergelkonkretionen mit Pholadomyen kaum mehr entwickelt. Diese stratigraphischen Verhältnisse werden wir deswegen auch in den Alpen reducirt antreffen. Wir würden auch, um die Zone allgemein zu charakterisiren, besser thun, ihre Ammonitenfauna zu studieren. Dieselbe ist nicht besonders reich an Arten und an Individuen. In Montfaucon kommen grosse Perisphincten vor, die man wohl als Am. plicatilis ansehen darf. Etliche mögen schon Am. Martelli Op. sein. Am. Goliathus d'orb. Am. perarmatus Ziet. sind in seltenen Exemplaren da. Auch Am. Henrici kommt vor. Ganz auffallend ist der Fund, welchen Herr Dr. Thiessing in genannter Lokalität machte, nämlich ein wohl erhaltenes und charakteristisches Exemplar des Ammonites transversarius Op., das im oberen Theil der Knollenschichten, im sogenannten Terrain à Chailles siliceux, vorkam. Dies ist um so bemerkenswerther als die Art als den Horizont der Birmensdorferschichten charakterisirend angesehen wird, und eben stimmt mit der Parallelisirung der Birmensdorferschichten mit dem oberen Terrain à Chailles, besser gesagt mit den Liesbergerschichten. Der Uebergang zwischen Oxford und Liesbergerschichten ist nämlich in Montfaucon ein ganz allmähliger. Anderwärts ist auch beim Hôtel Fridau, nördlich von Oberbuchsiten, von Prof. Lang und Dr. Ed. Greppin ein Stachel von Cidaris cervicalis Ag., und Pholadomya hemicardia Röm. in den typisch entwickelten Birmensdorferschichten gefunden worden.

Ammonites transversarius ist nun weiter auch im Erzeck nordöstlich von Meyringen im dortigen Oxfordschiefer vorgekommen. Herr Dr. Mösch betrachtete seiner Zeit dieses seltene und doch typische Exemplar als sehr werthvoll. Diese Art würde uns also auch die obere Parthie der Oxfordstufe ankündigen, und es würde somit trotz der geringen Mächtigkeit die Oxfordstufe des Berner-Oberlandes mit derjenigen des Jura paläontologisch vollkommen übereinstimmen.

Aus diesen Betrachtungen ersehen wir, wie die nämlichen, aus frei schwimmenden Thieren wie die Ammoniten bestehenden Faunen, sich in

mehr oder weniger weit entfernten Gegenden wieder auffinden lassen, und auf diese Weise das relative Alter der Erdschichten festzustellen ermöglichen. Und dass diese beiden Faunen, d. h. die Brienzerfauna und diejenige des Jura, wohl zum gleichen Zeitabschnitt gehören, lässt sich nicht läugnen, da das Jurameer sich offenbar frei über die ganze Schweiz und auch weiter nördlich und südlich erstreckt hat. Dazu kommt noch, dass die gegenüber anderen Thierklassen relativ rasch vor sich gehende Entwickelung der Ammoniten an keinen lokalen Stillstand in ganzen Faunengruppen denken lässt. Es beruhen ferner solche Beispiele, wie man sie für Am. cordatus, der im Kelloway des Aargaus und des Neuenburger-Jura vorkommen soll, angeführt hat, auf Irrthum und Verwechslung der geologischen Schichten.*) Am. cordatus bleibt charakteristisch für die mittlere und die obere Parthie der Oxfordstufe, und das nämliche gilt auch für die oben angeführten Ammonitenarten.

Die Ammoniten sind eben die freien Söhne des alten Jurameeres gewesen, sie haben eine grosse Verbreitung gehabt und überall wo sie jetzt verkiest, verkalkt und versteinert liegen, sprechen sie uns von den schönen und zahlreichen Lebenshorizonten, welche in der Ewigkeit der Vergangenheit einer nach dem andern aufgeblüht haben!

832. Sitzung vom 21. Februar 1891.

Abends 7½ Uhr im Gasthof zum Storchen.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Brückner. Anwesend 20 Mitglieder und 1 Gast.

1. Herr Professor Dr. G. Huber spricht über conforme Abbildung eines Kreises auf das Innere einer Epicycloide. (s. d. Abhandlungen.)

2. Herr Professor Dr. Kronecker hält einen Vortrag über die Oekonomie menschlicher Leistung.

3. Herr Professor Dr. Th. Studer berichtet über **eine neue Corallengattung Schizophytum**, welche während der Forschungsreisen des Prinzen A. von Monaco im atlantischen Ocean, bei den azorischen Inseln, gefischt wurde. Dieselbe gehört der neuerdings von *Danielssen* unterschiedenen Familie der Organidae (Alcyonacea) an. Der Polypenstock besteht aus langen Polypenröhren, welche direkt mit ihren Wandungen zusammenhängen, ohne dass dazwischen Coenenchym entwickelt ist. In verschiedener Höhe werden die Polypen frei und bilden dann frei hervortretende Becher von 6 mm. Länge, welche am Ende die bei den conservirten Exemplaren eingefaltete Tentakelkrone tragen. Ein Becher bildet die Spitze der Colonie. Aus der Körperwand ragen überall die Spitzen der sternförmig gestalteten Spicula hervor. Diese Coralle zeigt die bei den Alcyonacien bis dahin nicht beobachtete Erscheinung einer Vermehrung durch Längstheilung. Man trifft einzelne Kelche, deren Mundscheibe einseitig verlängert und von 16 Tentakeln umgeben ist, andere an welchen sich zwei Mundöffnungen und zwei Kränze von 8 Tentakeln, sowie zwei getrennte Oesophagealrohre gesondert haben, die Seitenwände beider hier in Theilung begriffenen Individuen aber noch im Zusammenhang stehen. An

*) A. Jaccard, Description du Jura vaudois et neuchâtelois, p. 213.

Querschnitten lässt sich ein Theilungsvorgang sicher constatiren. Exemplare solcher in Theilung begriffener Kelche werden vorgezeigt.

Die einzige Art wird Schizophytum echinatum n. sp. benannt.

833. Sitzung vom 7. März 1891.

Abends 7½ Uhr im Gasthof zum Storchen.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Brückner. Anwesend 20 Mitglieder und 1 Gast.

1. Herr Sekundarlehrer Rüefli hält einen Vortrag: **Zu Moussons Verdienst um das Mikrophon:** In einer interessanten Arbeit des Herrn *A. M. Tanner,* welche in Nr. 678, Vol. XXVII des «Telegraphic Journal and Electrical Review, London» erschienen ist, hat die Bedeutung Moussons in der Entwicklungsgeschichte des Mikrophons eine zum Teil unzutreffende Darstellung gefunden, weshalb eine bezügliche Richtigstellung notwendig ist.

In « Neue Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, XIV. Band, 1855», findet sich eine Arbeit Moussons abgedruckt, in welcher dieser Forscher seine Untersuchungen über die Veränderungen des galvanischen Leitungswiderstandes in den Metalldrähten darlegt. Durch diese Untersuchungen hat Mousson unter anderem folgende Thatsachen konstatirt:

1. Wenn ein galvanischer Strom aus einem leitenden Körper in einen andern übergeht, so hat er an den Berührungsstellen einen Widerstand zu überwinden, welcher um so geringer ist, je stärker die beiden Leiter an den Kontaktstellen gegen einander gedrückt werden.

2. Stehen zwei leitende Körper in leichter Berührung, so ändert sich der Leitungswiderstand an den Kontaktstellen bisweilen auch bei konstantem Druck.

Die erste dieser Thatsachen hat Mousson zum mindesten ein Jahr vor *du Moncel* entdeckt; hier kommt ihm also unbestreitbar die Priorität zu.

Die Behauptung des Herrn Tanner, Mousson habe durch seine Untersuchungen konstatirt, dass bei leichtem Kontakt *ohne Druck* der Leitungswiderstand durch die Wirkung des Stromes selbst variabel sei, ist durchaus unzutreffend. Mousson hat bei den bezüglichen Untersuchungen über leichten Kontakt ohne Druck gar keine Versuche angestellt; in allen Fällen waren die kreuzweise aufeinander gelegten Drähte mit einem Druck von wenigstens 125 Gramm belastet. Aber auch wenn dies nicht der Fall gewesen wäre, so musste, da die Drähte aufeinander gelegt waren, der eine durch sein Gewicht auf den andern einen Druck ausüben. Dabei zeigte sich also der Leitungswiderstand nicht bei leichtem Kontakt *ohne Druck,* sondern bei lockerer Berührung mit *konstantem Druck* variabel.

Von den beiden durch Moussons Versuche konstatirten Tatsachen ignorirt Herr Tanner in seiner Darstellung gerade diejenige, welche beim Mikrophon zur Anwendung kommt, nämlich die Veränderlichkeit des Leitungswiderstandes bei variablem Kontaktdruck. Dagegen stellt er den variablen Leitungswiderstand bei leichtem Kontakt ohne Druck in den Vordergrund, während doch Mousson so etwas gar nicht entdeckt hat, und ausserdem die von ihm wirklich konstatirte Thatsache des veränderlichen Widerstandes bei leichter Berührung mit konstantem Druck für das Mikrophon nur den Charakter eines störenden Faktors haben kann.

Die Apparate, über welche Mousson nach dem Bericht über die Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft vom Jahr 1861 Mittheilungen machte, können freilich als Mikrophon-Transmitter gebraucht werden, aber keineswegs « ganz gut » und nicht *durch* ihre bestimmungsgemässe Wirkungsweise, sondern *trotz* derselben. Um diese Apparate zu leidlich brauchbaren Transmittern zu gestalten, müsste man die bei ihrem Gebrauch eintretende rollende, balancirende oder wippende Bewegung unmöglich machen, d. h. man müsste ihnen gerade das nehmen, was ihren Charakter ausmacht. Ausserdem muss geltend gemacht werden, dass die hier in Betracht kommenden Erfinder (*de la Rive* 1845, *Rollmann* und *Page* 1850, *Gore* und *Forbes* 1858, *Mousson* 1861) keineswegs die Absicht hatten, ihre Apparate zur Uebertragung von Schallschwingungen zu benutzen.

Soviel aber kann zugestanden werden, dass diese Apparate geeignet waren, als vorbereitende Arbeiten auf die Erfindung des Mikrophons hinzuleiten; denn es konnte durch dieselben gezeigt werden, dass es möglich ist, durch eine regelmässige und rasch wechselnde Folge mechanischer Einwirkungen einen ursprünglich konstanten galvanischen Strom in einen undulirenden, regelmässig an- und abschwellenden Strom umzuwandeln, wie er beim Mikrophon zur Anwendung kommt. Ob aber die angeführten Apparate diesen Dienst der Wegleitung bei der Erfindung des Mikrophons wirklich geleistet haben, muss zum mindesten als zweifelhaft betrachtet werden; denn die Erfinder, welche auf diesem Gebiete bahnbrechend gearbeitet haben, nämlich *Reis, Bell, Edison* und *Hughes,* sind thatsächlich von andern Ausgangspunkten und auf wesentlich andern Wegen zu ihren Erfindungen gelangt.

Da das *erste* von *Philipp Reis* im Jahr 1861 erfundene *Telephon* nicht nur durch *Stromunterbrechungen,* sondern theilweise auch durch *Aenderungen des Kontaktdruckes* wirkte, so kam das Prinzip des Mikrophons *praktisch* schon bei diesem Apparate zur Geltung, weshalb derselbe in diesem beschränkten Sinne als das erste, noch sehr unvollkommene *Mikrophon* betrachtet werden darf. Um den Uebertragungsapparat des Reis'schen Telephons zu einem Mikrophon-Transmitter zu gestalten, braucht man nur die leicht veränderlichen Kontaktstellen durch Anwendung eines hinreichenden Druckes so zu konstruiren, dass die zu übertragenden Schallschwingungen keine Stromunterbrechungen, sondern nur noch Aenderungen des Kontaktdruckes bewirken.

Die Bedeutung Moussons in der Entwicklungsgeschichte des Mikrophons besteht darin, dass er das dem Mikrophon zu Grunde liegende Prinzip, nämlich das Gesetz von der Veränderlichkeit des galvanischen Leitungswiderstandes bei variablem Kontaktdruck zuerst entdeckt hat. Wenn auch Herr Tanner in seiner teilweise unzutreffenden Darstellung diese Thatsache ignorirt, so kommt seiner interessanten Arbeit doch immerhin auch das nicht geringe Verdienst zu, dass er auf die Bedeutung Moussons auf diesem Forschungsgebiete hingewiesen und dadurch Veranlassung geboten hat, eine sehr wichtige, in Vergessenheit gerathene Leistung eines schweizerischen Naturforschers wieder an's Licht zu ziehen.

2. Dr. Ed. Fischer bespricht **einige eigenthümliche knollenförmige Pilzbildungen,** nämlich:

a) *Pachyma Cocos*, welches besonders in Carolina und China vorkommt. In Europa wurde dasselbe zum ersten Male von Otth (Mittheilungen der bernischen Naturforschenden Gesellschaft 1865,

pag. 172) angegeben und zwar aus dem Forst bei Bern, wo es allerdings nicht wieder beobachtet worden ist. In neuerer Zeit wurde es in Frankreich (St. Palais sur mer, Charente inférieure) aufgefunden. — Es handelt sich um knollenförmige Anschwellungen von Baumwurzeln, die beim Anschneiden eine den Holzkörper umgebende oder durchsetzende, compacte, weisse Masse erkennen lassen. Dieselbe zeigt einen eigenthümlichen Bau: sie besteht nämlich aus dünnen Pilzhyphen und sonderbar gestalteten, ganz unregelmässigen, stark lichtbrechenden Körpern. Die letztern sind aus den Hyphen hervorgegangen durch eine eigenthümliche Umwandlung der Membran. Die Entwicklung des Pachyma auf den Wurzeln hat eine Zerstörung ihres Holzkörpers zur Folge. Da Fructificationsorgane bis jetzt noch nicht aufgefunden worden sind, so bleibt die Bedeutung und systematische Stellung des Pachyma Cocos noch unklar. Vortragender hält es indess für wahrscheinlich, dass es sich um ein Sklerotium handelt, aus welchem später (Hymenomyceten?-)Fruchtkörper hervorwachsen.*)

b) *Knollenförmige Körper, denen Polyporusformen aufsitzen,* welche mit *Polyporus sacer* Fries identisch oder doch nahe verwandt sind. Diese Körper sind in ihrem Baue dem Pachyma Cocos ähnlich: sie bestehen aus Hyphen und Stärkekorn-ähnlichen, rundlichen, lichtbrechenden Körpern; da die genetische Zusammengehörigkeit der letztern mit den Hyphen sehr wahrscheinlich ist und da ferner die Hyphen sich direkt in das Geflecht des Polyporusstieles fortsetzen, so ist anzunehmen, dass der Polyporus die *Fructification* des Sklerotiums darstellt und nicht auf letzterem parasitirt, was auch denkbar wäre.

c) Die *Pietra fungaja,* eine in Süditalien vorkommende, grosse, knollenförmige Bildung, welche aber nicht ein eigentliches Sklerotium, sondern ein mit Erde etc. vermischtes Mycel des Polyporus tuberaster ist.

d) *Mylitta australis* aus Australien und Van Diemensland.**)

Für Näheres sei auf den Aufsatz des Vortragenden in „Hedwigia", Band XXX, 1891, Heft 2, pag. 61—103, hingewiesen.

834. Sitzung vom 14. März 1891.

Abends 7½ Uhr im Gasthof zum Storchen.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Brückner. Anwesend 21 Mitglieder und 1 Gast.

1. Herr Professor Dr. A. Tschirch hält einen Vortrag über die Flora des indo-malayischen Archipels.

---

*) Seither hat Ch. Bommer (Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique, T. XXIX, 2ème partie, p. 146—148) eine Notiz veröffentlicht, nach welcher Polyporus umbellatus Fr. Sclerotien besitzt, deren Bau demjenigen von Pachyma Cocos sehr ähnlich, wenn nicht sogar mit ihm ganz übereinstimmend ist.

**) Aus der analog gebauten Mylitta lapidescens haben Cohn und Schroeter, laut einer dem Vortragenden seither zugegangenen Arbeit (Band XI, Heft 2 der Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg) den Fruchtkörper einer Omphalia hervorwachsen sehen; es ist daher wohl auch Mylitta australis als Sklerotium zu betrachten.

2. Herr Rector Benteli spricht über **einen Vorzug der Formen von stetiger Krümmung.** Veranlassung zu dem Vortrage gab ihm eine Stelle aus dem Expertenbericht des Herrn Architecten Wild, Direktors des Gewerbemuseums in St. Gallen, über das bautechnische Zeichnen an der Ausstellung der Arbeiten der vom Bunde subventionirten gewerblichen Fortbildungsschulen in Zürich, im September 1890. Herr Wild tadelt das Zeichnen geometrischer Profile; alle Profile sind von freier Hand zu ziehen.

Von einer einlässlichen Betrachtung des Sehprocesses ausgehend, wobei die Muskelbewegung besonders berücksichtigt wurde, begründet der Vortragende das grössere physische Wohlgefallen an Formen mit stetiger Krümmung gegenüber Formen, die durch Kreisbogencombinationen entstehen und schliesst mit einigen Bemerkungen über das aesthetische Wohlgefallen an den Formen, welches nicht von vorne herein durch das physische Wohlgefallen bedingt ist.

835. Sitzung vom 11. April 1891.

Abends 7½ Uhr im Gasthof zum Storchen.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Brückner. Anwesend 28 Mitglieder und Gäste.

1. Herr Oberforstinspector Coaz hält einen Vortrag über die schweizerischen und einige ausländische, in der Schweiz acclimatisirte Coniferen. Die Ausführungen des Vortragenden sind begleitet von der Vorweisung zahlreicher Zapfen.

2. Herr Dr. C. Moser spricht über die Coïncidenz von Ostern und Frühling im Laufe des zwanzigsten Jahrhunderts.

3. Herr E. v. Büren-v. Salis weist **einige seltene Aberrationen bei Schmetterlingen** vor:

Argynnis aglaja, grosser Perlmutterfalter, gefangen auf Hasliberg 1889. Oberseite der Vorder- und Hinterflügel ganz tiefschwarz, auf dem Vorderflügel ist nur ein grosser Wurzelfleck, — ein kleiner Fleck in der Mittelzelle von der typischen Grundfarbe, — auf den Hinterflügeln ist die Zeichnung noch erkennbar.

Arctia purpurata, Purpurbär, von Zürich. Die grauen Flecken der Vorderflügel sind bedeutend grösser und dunkler, ebenso die schwarzen Flecken des Hinterflügels, welche ineinander verschwimmen, so dass derselbe fast ganz schwarz erscheint.

Aglia tau, ab. lugens, von Thüringen. Vorderflügel erscheinen schwarz berusst, doch bleiben Stellen von der typischen Grundfarbe auf der Mittelzelle, beim ♂ gewöhnlich noch mehr, so dass nur der Vorderrand und der breite Aussenrand tief schwarz gefärbt sind. Hinterflügel nur schwarze Ränder, innen von normaler Farbe.

Wird künstlich gezüchtet und scheint Lokalvarietät zu sein.

Von Argynnis aglaja und Aglia tau sind sonst keine Varietäten bekannt, von Arctia purpurata nur die aberrat. flava mit gelben Unterflügeln; diese Arten gehören also zu den unveränderlichsten, die wir kennen und es sind desshalb solche Vorkommnisse um so werthvoller.

836. Sitzung vom 25. April 1891.

Abends 7½ Uhr im Gasthof zum Storchen.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Brückner. Anwesend 21 Mitglieder und 2 Gäste.

1. Wahlen: Zum Präsidenten für das Vereinsjahr 1891/92 wird ernannt Herr Dr. S. Schwab, bisheriger Vicepräsident, zum Vicepräsidenten Herr Rector A. Benteli.

2. Herr Professor Dr. Ed. Brückner hält einen Vortrag über Schwankungen des Meeresspiegels und Bewegungen der Continente.

3. Herr Kantonschemiker Dr. Schaffer spricht über Bierpressionen.

4. Herr Professor Dr. L. Fischer weist im Anschluss an seinen Vortrag in der Sitzung vom 24. Januar eine Photographie der Welwitschia mirabilis an ihrem natürlichen Standort vor.

837. Sitzung vom 20. Juni 1891.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Effingergarten.

Vorsitzender: Herr Dr. S. Schwab. Anwesend 19 Mitglieder und 3 Gäste.

1. Der Präsident theilt den Anwesenden den am 30. Mai erfolgten Hinschied des Herrn Gymnasiallehrer Koch mit und gedenkt mit warmen Worten seiner Verdienste als langjähriges Mitglied und besonders als Bibliothekar der Gesellschaft (s. den Nekrolog). Er hat der bernischen naturforschenden Gesellschaft die naturwissenschaftlichen Werke seiner Bibliothek nach Auswahl der Herren Prof. Wolf und Prof. Graf und ferner die Summe von 500 Fr. zur Erweiterung der Bibliothek vermacht. Zum Zwecke der Antragstellung über die specielle Verwendung dieser Summe wird eine Commission gewählt.

2. Herr Professor Dr. Ed. Brückner verliest den Jahresbericht pro 1890/91.

3. Herr Professor Dr. Baltzer legt folgende Mittheilungen vor:
   a) Ueber die Interglacialzeit auf der Südseite der Alpen.
   b) Ueber ein glaciales Profil im Rheinthal.
   c) Zur Herkunft der bernischen bunten Nagelfluh.
   (s. d. Abhandlungen.)

4. Herr Dr. E. v. Fellenberg legt einen von Herrn Rollier verfassten Bericht über die palaeontologischen Sammlungen des naturhistorischen Museums vor (s. d. Abhandlungen), dem er einige Mittheilungen über die Publicationen und die Sammlung des Herrn Ooster beifügt.

5. Herr Professor Dr. Th. Studer legt die vorläufige Publication seiner Untersuchungen über die Corallen der Hirondelle-Expedition vor.

838. Sitzung vom 31. October 1891.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Effingergarten.

Vorsitzender: Herr Dr. S. Schwab. Anwesend 18 Mitglieder und 2 Gäste.

1. Herr Dr. Ed. Fischer spricht **über die sog. Sklerotien-Krankheiten der Heidelbeere, Preisselbeere und der Alpenrose.** Zuweilen beobachtet man an der gewöhnlichen Heidelbeere *Vaccinium Myrtillus L.* das Vorkommen

von weissen oder weisslich gefärbten Früchten. Diese sogen. weissen Heidelbeeren sind zweierlei Dinge:*) in den einen Fällen handelt es sich einfach um eine Varietät, bei der die Pigmentbildung ausblieb, in den andern Fällen dagegen haben wir es mit einer Pilzkrankheit der Beeren zu thun: die letztern haben zwar ihre Form annähernd beibehalten, aber an Stelle ihres fleischigen Gewebes ist das Sklerotium eines Ascomyceten, *Sclerotinia Vaccinii (Schröter)* getreten. Diese Erkrankung der Heidelbeeren wurde 1878 von Schröter **) entdeckt. Späterhin hat dann Woronin ***) drei weitere *Sclerotinia*-Arten aufgefunden, die in Vaccinieen-Beeren Sklerotien bilden: *Scl. Vaccinii Wor.* auf der Preisselbeere, *Scl. megalospora Wor.* auf *Vaccinium uliginosum L.* und *Scl. Oxycocci Wor.* auf *Oxycoccos palustris Pers.* Vortragender schildert nun an der Hand der schönen Untersuchungen Woronins die Entwicklungsgeschichte dieser Pilze, insbesondere der *Scl. Vaccinii.*

Seitdem durch Woronin die Aufmerksamkeit allgemeiner auf diese interessanten Pilze gelenkt worden ist, hat man dieselben vielerorts aufgefunden. Ascherson und Magnus haben in jüngster Zeit eine Zusammenstellung der bis dahin bekannt gewordenen Standorte gegeben. †) **Aus der Schweiz** führen sie einzig *Scl. baccarum (Schröter)* an und zwar vom Bürgenstock (von Woronin beobachtet). — Vortragender hat *Scl. Vaccinii Wor.* am Wege vom Kurhaus St. Beatenberg nach dem Niederhorn, am Sigriswylgrat (Berner Oberland), am Zigerhubel (Gurnigelberge) und bei Davos aufgefunden, *Sclerotinia baccarum (Schröter)* am Ostermundigenberg bei Bern und auf der Falkenfluh (Kt. Bern).

Die vier genannten Sklerotien-Krankheiten befallen sämmtlich Vaccinieen; es lag nun aber nahe zu vermuthen, dass auch andere Ericaceen von analogen Krankheiten befallen werden, und in der That gelang es dem Vortragenden in diesem Sommer auf dem Sigriswylgrate **Alpenrosen** *(Rhododendron ferrugineum L.* und *hirsutum L.)* zu finden, **deren Früchte von Sklerotien befallen waren.** Gewöhnlich zeigten sich dabei in einem Fruchtstande nur 1—2 Früchte erkrankt, selten mehr. Während die sklerotienbehafteten Heidelbeeren und Preisselbeeren von den normalen namentlich durch ihre Farbe stark abstechen, ist das für die erkrankten Alpenrosenfrüchte nicht der Fall, vielmehr sind sie von den gesunden, solange diese noch nicht aufgesprungen sind, fast nicht zu unterscheiden. Sie haben beinahe genau die Form und Grösse der letztern, höchstens dürften sie etwas kürzer und dicker sein; ferner unterscheiden sie sich durch ihre grössere Härte und dadurch, dass sie leichter vom Stiele abfallen. Auf Querschnitten zeigt sich der ganze Hohlraum der Fächer ††)

*) P. Ascherson und P. Magnus: Die weisse Heidelbeere (Vaccinium Myrtillus L. var. leucocarpum Hausm.) nicht identisch mit der durch Sclerotinia baccarum (Schroet.) Rehm. verursachten Sklerotienkrankheit. (Berichte der deutschen botan. Gesellschaft VII 1889 p. 387.)

**) Weisse Heidelbeeren, eine Pilzkrankheit der Beeren von Vaccinium Myrtillus L. (Hedwigia XVIII 1879 p. 177 ff.)

***) Ueber die Sklerotienkrankheit der Vaccinieenbeeren. (Mémoires de l'académie imp. des sciences de St. Petersbourg VII Sér. Tome XXXVI Nr. 6.)

†) Die Verbreitung der hellfrüchtigen Spielarten der europäischen Vaccinien, sowie der Vaccinium bewohnenden Sclerotinia-Arten. (Verhandl. der k. k. zoolog.-botan. Gesellschaft in Wien. Jahrg. 1891, p. 677 ff.)

††) Bei Scl. Vaccinii Wor., baccarum (Schroet.) und Oxycocci Wor. stellt das Sklerotium eine hohle Kugel dar, während Scl. megalospora Wor. die Fruchtknotenfächer mit ihrem Sklerotiumgeflechte ganz ausfüllt und dadurch sich unserm Falle am meisten nähert.

von weissem wirrem Geflechte dickwandiger Hyphen erfüllt, in welchem die geschrumpften und von Hyphen durchsetzten Ueberreste der Samen und Placenten eingebettet sind. An der Grenze der Fächer erkennt man noch den Verlauf der Fachscheidewände und nach aussen die hyphendurchsetzten Reste der Aussenwand, an der die charakteristischen Schuppenhaare noch ansitzen. Bei makroskopischer Betrachtung sieht man alle diese Ueberreste der Gewebe der Frucht sich braun von der weissen Sklerotiummasse abheben.

In ihrem ganzen Auftreten zeigen diese Sklerotien so viel Analogie mit denjenigen der Vaccinieenbeeren, dass man wohl kaum daran zweifeln kann, dass es sich auch hier um eine *Sclerotinia* handle. Vortragender bezeichnet dieselbe als *Sclerotinia Rhododendri nov. spec.,* natürlich unter dem Vorbehalt, dass die weitere Untersuchung, über welche er später berichten zu können hofft, auch wirklich die Entstehung einer *Sclerotinia*-Becherfrucht aus dem Sklerotium ergibt. Falls dies zutrifft, so haben wir hier das erste Beispiel einer in einer Kapselfrucht entwickelten *Sclerotinia* vor uns.

2. Herr E. Anderegg hält einen Vortrag über den Generationswechsel bei Gallwespen und Fichtenläusen (s. d. Abhandlungen des nächsten Jahres).

839. Sitzung vom 14. November 1891.

Abends 7½ Uhr im Hotel du Jura.

Vorsitzender: Herr Dr. S. Schwab. Anwesend 30 Mitglieder und 3 Gäste.

1. Herr v. Wattenwyl v. Montbenay hat in seinem Testamente eine Summe für wohlthätige, religiöse und gemeinnützige Zwecke ausgesetzt, deren Vertheilung er dem Gutfinden seiner Erben überliess. Dieselben haben beschlossen, der naturforschenden Gesellschaft einen Beitrag von Fr. 1500 zuzuwenden. Die Anwesenden erheben sich zum ehrenden Andenken an den Verstorbenen, der seit 1848 der Gesellschaft als Mitglied angehört hatte und zum Ausdrucke des Dankes für diese schöne Gabe von ihren Sitzen.

2. Herr Professor Dr. Ed. Brückner spricht über die Entstehung der grossen atmosphärischen Wirbel (Cyclonen und Anticyclonen.)

3. Herr Professor Dr. L. Fischer lässt Photographien zweier der grössten Exemplare der californischen Sequoia gigantea (Mammuthbaum) circuliren.

4. Herr Dr. Thiessing demonstrirt einige Silexbildungen aus dem Jura und aus der englischen Kreide, z. Th. als Versteinerungs- oder Umhüllungsmaterial für organische Ueberreste.

5. Herr Dr. S. Schwab zeigt ein Exemplar der Mistel auf Weisstanne vor.

840. Sitzung vom 25. November 1891.

Abends 7½ Uhr im Hotel du Jura.

Vorsitzender: Herr Dr. S. Schwab. Anwesend 24 Mitglieder und Gäste.

1. Am 14. November starb unerwartet der langjährige Präsident der naturforschenden Gesellschaft des Kantons Graubünden: Herr Dr. med. E. Killias. Es wurde Namens der bernischen naturforschenden Gesellschaft

an die Familie, sowie an den Vicepräsidenten der Graubündner naturforschenden Gesellschaft ein Beileidstelegramm gesandt, und Herr Oberforstinspector Coaz vertrat unsere Gesellschaft bei der Beerdigung. Letzterer, sowie Herr Th. Steck machen dann im Verlaufe der Sitzung einige Mittheilungen über Dr. Killias und seine Arbeiten auf botanischem und entomologischem Gebiete.

2. Herr Professor Dr. A. Baltzer spricht **über mechanische Gesteinsveränderungen**, wie sie, nachdem er vor 18 Jahren die Aufmerksamkeit auf den mechanischen Metamorphismus der Kalksteine lenkte,*) zahlreich bekannt geworden sind und dann für Eruptivgesteine, zuerst durch Lehmann's Untersuchungen, besondere Bedeutung gewonnen haben. Eine Anzahl von umgewandelten Sedimenten und Eruptivgesteinen werden vorgewiesen. Als Beispiel eines umgewandelten Eruptivgesteins glaubt der Vortragende den Fibbiagneiss ansprechen zu können. Derselbe bildet nach der geognostischen Karte des Gotthard von Fritsch ein grosses Ellipsoid, innerhalb dessen Fibbia, Valetta, Gotthardhospiz und Prosa liegen. Es umfasst allerdings etwas ungleichartige Gesteine. Der eigentliche Fibbiagneiss schwankt zwischen mehr granitischen (z. B. an der Prosa) und mehr gneissigen Abänderungen. Einige beim Hospiz geschlagene Handstücke zeigen neben dem gekörnelten Quarz prächtige, augenförmig gequetschte, grosse Feldspathzwillinge, die z. Th. aber noch wenig deformirt sind, besonders wo sie diagonal zur Schieferung stehen. Letztere weisen auf den früheren Zustand des Gesteins hin, welches erst durch Druck ein Augengneiss wurde. Eine Anzahl Handstücke vom Rand des Massivs sind Gneisse anderer Art.

Man müsste nun auf Querprofilen die vermuthete Umwandlung verfolgen, wozu diese Zeilen vielleicht eine Anregung geben.

3. Herr Professor Dr. Guillebeau spricht **über fadenziehende Milch.** Die fadenziehende oder schleimige Beschaffenheit der Kuhmilch sollte, nach früheren Ansichten, vorzugsweise durch die Verabreichung unpassender Futtermittel veranlasst sein. Während nach dieser Annahme die betreffende Anomalie auf einer abnormen Drüsenthätigkeit beruhte, neigt man sich in der Neuzeit mehr zu der Ansicht, dass es sich um eine nach dem Melken eintretende Gährung von an und für sich normalem Eutersekret handle. Ja es sind schon eine ganze Zahl von derartigen Gährungserregern entdeckt und beschrieben worden. In der Literatur fanden wir folgende Species angeführt:

Kokken.

1. Coccus von *Schmidt-Müllheim* und *Hüppe*. (Archiv für die gesammte Physiologie von Pflüger. 1884, 27. Band, S. 490. — Deutsche medicinische Wochenschrift 1884, S. 777).
2. Coccus von *Schütz* und von *Rätz*. (Archiv für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde. 1890, 16. Band, S. 100).
3. Coccus von *Wegmann* (Milchzeitung 1887).
4. Streptococcus von *Nacard* und *Mollereau* (Annales de l'Institut Pasteur, 1. Band).

Bacterien.

5. *Bacillus lactis viscosus* von Adametz (Landwirthschaftl. Jahrbücher, 1891, S. 185).

*) Glärnisch 1873; Marmor-Lager am Nordrand des Finsteraarhorn-Massivs, Neues Jahrbuch etc., 1877.

6. Actinobacter du lait visqueux von *Duclaux*.
7. Actinobacter polymorphus von *Duclaux* (Encyclopédie chimique par Frémy. 1887. 9. Band. S. 562).
8. Bacillus der schleimigen Milch von *Löffler* (Berliner klinische Wochenschrift, 1887).
9. Bacillus viscosus I,
10. Bacillus viscosus II, beide von *Van Laer* (Mémoires de l'Académie royale de Belgique, 1889, 43. Band).
11. Bacillus mesentericus vulgatus,
12. Bacillus mesentericus fuscus, beide aus dem Göttinger Institute. (*Flügge:* Die Mikroorganismen, 1886, S. 321).
13. Bacillus Guillebeau c, von *von Freudenreich*. (Annales de Micrographie, 1890, Band 2, S. 361).

An diese stattliche Zahl reihen sich zwei neue Arten, welche der Vortragende in der Umgebung von Bern gefunden und denen er die Bezeichnung Micrococcus Freudenreichi und Bacterium Hessii beigelegt hat. Sie unterscheiden sich von den oben genannten durch den Mangel einer Kapsel, durch die rasche Verflüssigung der Gelatine und die Wärmebedürfnisse, die erheblich geringer sind als bei den meisten andern Arten.

Der *Micrococcus Freudenreichi* ist ein runder, grosser, unbeweglicher Coccus von 2 μ Durchmesser. Er ist aërob und anaërob, und wächst sehr gut in Bouillon, in Gelatine, welche rasch verflüssigt und stark fadenziehend wird, ebenso in Milch, von der man sehr bald dünne Fäden von $^1/_2$ m. Länge ziehen kann; gleichzeitig wird dieselbe sauer. Auf Kartoffeln entstehen gelbe bis braune Belage. Das Temperaturoptimum liegt etwa bei 22 ° C. Der Kokkus bleibt in den Nährflüssigkeiten mehrere Monate lebensfähig. Zerstört wird er durch die Siedehitze des Wassers, Austrocknung während etwa 6 Tagen und eine 2 % Kalkhydratlösung; auch die schwefligsauren Dämpfe vernichten ihn manchmal. Es ist kein Parasit des Kuheuters, sondern ein Saprophyt, der nach dem Melken in die Milch gelangt. Die Infection wird gewöhnlich durch nicht genügend gereinigte Milchgeräthe, vielleicht auch durch den Staub der Ställe vermittelt.

Im Sommer 1891 kam dieser Pilz in mehreren Gehöften am Fusse des Gurten vor, und es hat überhaupt den Anschein, dass er ziemlich verbreitet sei. Wenn man ferner seine geringen Wärmebedürfnisse und seine kräftige Proliferation in Betracht zieht, so kann man den Eindruck nicht verwehren, dass man in unserem Micrococcus einen viel wichtigeren Milchschädling vor sich hat, als die andern bis jetzt beschriebenen Fermente der schleimigen Milch sind, die entweder erst bei 35° ihr Wärmeoptimum haben, oder durch ein äusserst langsames Wachsthum ausgezeichnet sind.

Das *Bacterium Hessii* ist ein sehr bewegliches Stäbchen von 3—5 μ Länge und 1,2 μ Breite, doch nehmen auch viele Individuen die kugelige Kokkenform an, während anderseits stets einige lange Fäden in den Präparaten vorkommen. Die Enden der Stäbchen sind abgerundet und oft intensiver färbbar als der mittlere Theil. Zuckerfreie Bouillon wird in kurzer Zeit in eine schleimige Masse verwandelt, deren Reaction alkalisch bleibt. Gelatine wird rasch verflüssigt, an der Kartoffel entsteht bald ein dicker, glänzender, schmutzig weisser Ueberzug. In sterilisirter Milch entstehen zuerst Butterklümpchen im Rahme, denn es handelt sich bei

der Wirkung dieses Organismus in der That um eine Verbutterung des Rahms auf fermentativem Wege. Hält man die Kultur bei 35 ° C., so schmilzt die gebildete Butter zu einer obenauf schwimmenden gelben, öligen Flüssigkeit, die beim Erkalten zu einem homogenen Fettklümpchen erstarrt. Der Geruch einer solchen Kultur erinnert sehr deutlich an denjenigen der frischen, geschmolzenen Butter. Die Reaction der Milch wird nach 48 Stunden sauer. Mittlerweile hat sich auch die fadenziehende Beschaffenheit der Milch eingestellt und es können Fäden von 1 bis 5 cm. Länge gezogen werden. In sauren Medien, sowie bei einer Temperatur von über 20° C. wird die fadenziehende Substanz gelöst, so dass die zähe Beschaffenheit der Milch eine transitorische Erscheinung ist. Unser Bacterium ist aërobiotisch, in geringem Grade auch anaërobiotisch; er gedeiht fast gleich gut bei 15 ° und bei 35 ° C.; sein Wärmeoptimum scheint bei 30 ° C. zu sein. In älteren Kulturen erhält er sich während mehreren Monaten keimfähig. Siedehitze hat ihn nach 2 Minuten zerstört; durch die Austrocknung geht er in 3 Tagen zu Grunde; eine 1/2 % Lösung von Kalkhydrat zerstört ihn rasch; gegen die Dämpfe der schwefligen Säure ist er widerstandsfähig.

Auch das Bacterium Hessii ist ein Saprophyt, der beim Melken von der Haut der Kühe in die Milch fällt.

4. Herr Oberforstinspector Coaz legt **sog. Einklemmungen vor von Zapfen der Bergkiefer** (Pinus montana Mill.) in Rissen der Rinde von alten Lärchstämmen aus einer Waldung der Gemeinde Zernez, etwa 1650 m. ü. M. Nach dessen begleitender Mittheilung findet man solche eingeklemmte Zapfen in alten Waldungen des Hochgebirges ziemlich häufig und zwar ausser von Kiefern auch von Lärchen, seltener von Fichten.

Diese Einklemmungen werden durch Vögel vorgenommen, um die Samenkörner zwischen den Zapfenschuppen leichter herauspicken zu können. Zu diesem Zwecke erweitern sie zu kleine Rindenrisse, machen sie überhaupt für die Aufnahme des betr. Zapfens geeignet. Der Zapfen wird vom Zweig, an dem er gewachsen, weggepickt und fällt zu Boden. Der Vogel fasst ihn nun mit dem Schnabel, trägt ihn an den betreffenden Rindenriss und drückt ihn, die untere Seite voran, in die zubereitete Oeffnung hinein, wo er vermittelst der Schuppen als Widerhaken fest sitzen bleibt.

Es geschieht dieses Einklemmen an den untern Stammtheilen, wo der Rindenschorf dick ist, doch werden hiezu hie und da auch enge Astwinkel benutzt.

Die Spechtmeise hat man an dieser Arbeit schon angetroffen, es sollen aber auch Tannhäher und Spechte solche vornehmen. Letztere sind allerdings Insektenfresser, aber bei Nahrungsmangel werden sie sich wohl auch mit Körnern behelfen können.

5. Herr E. v. Büren-v. Salis weist eine Anzahl von Schmetterlingen aus Ostindien vor.

841. Sitzung vom 12. Dezember 1891.

Abends 7 1/2 Uhr im Hôtel du Jura.

Vorsitzender: Herr Dr. S. Schwab. Anwesend 26 Mitglieder und 4 Gäste.

1. Zum Zwecke der Reduction der Kosten für den Lesezirkel wird beschlossen, es sei das biologische Centralblatt fallen zu lassen und der

Bibliothekar zu beauftragen, Schritte zu thun, um „Natur“ und „Le naturaliste“ womöglich im Tausche zu erhalten. Für den „American Naturalist“ soll, da er wenig gelesen wird, eine besondere Circulation bei den Mitgliedern, die ihn zu lesen wünschen, eingerichtet werden.

2. Die Commission, welche zum Zwecke der Antragstellung über die Verwendung des Legates des Herrn Koch eingesetzt worden ist, stellt folgenden, vom Vorstande erweiterten Antrag: Es sind die von Herrn Koch der bernischen naturforschenden Gesellschaft legirten Fr. 500 unter dem Namen *Kochfundus* intact zu lassen, und die Zinsen zur Completirung der von Herrn Koch ebenfalls legirten Zeitschriften zu verwenden. Ueber die Verwendung der späterhin noch vom Zinse jeweils restirenden Beträge hat der Bibliothekar Anträge zu stellen. — Dieser Antrag wird zum Beschluss erhoben.

3. Bezüglich der Verwendung des Legates des Herrn v. Wattenwyl v. Montbenay wird beschlossen, es sei die ganze Summe von Fr. 1500 zur Schaffung eines Reservefonds zu verwenden.

Die Beschlüsse vom 28. Mai 1887, wonach 5 % der Mitgliederbeiträge sowie die Eintrittsgelder zur Speisung des Reservefonds dienen, werden aufgehoben.

4. Der Vorstand wird beauftragt, dem Plenum einen Entwurf zu einer Statutenrevision vorzulegen, in dem Sinne, dass obsolete Artikel aufgehoben und Verfügungen über den Reservefonds aufgenommen werden.

5. Bei Gelegenheit der Feststellung des Budget pro 1892 wird auch an die Bibliographie für schweizerische Landeskunde ein weiterer Beitrag von Fr. 50 gesprochen.

6. Herr Professor Dr. Th. Studer theilt die Resultate seiner, in diesem Sommer vorgenommenen zoologischen Studien vom Bielersee mit. (s. d. Abhandlungen des nächsten Jahres.)

7. Herr Dr. E. v. Fellenberg weist im Anschluss an die Demonstration des Herrn Dr. Thiessing (s. Sitzung vom 14. Nov.) verarbeitete Silexbildungen aus den schweizerischen Pfahlbauten vor, die theils jurassischen, theils fremden Ursprungs sind und daher auf eine Importation des von den Pfahlbauern verarbeiteten Materials hinweisen, ferner ebenfalls verarbeitete Silexbildungen aus den palaeolithischen Höhlen der Vallée de la Somme und von andern Localitäten. Endlich werden zur Illustration der Entstehung des Silex Umhüllungspseudomorphosen von Kiesel nach Kalkspath und Gyps, sowie ein Knauer mit eingeschlossenem Pecten demonstrirt.

Trauer - Rede

gehalten

an der Gedächtniss - Feier des städtischen Gymnasiums

zu Ehren des Herrn Johann Rudolf Koch sel., Gymnasiallehrer

den 2. Juni 1891

von

A. BENTELI.

Hochgeehrte Trauerversammlung!

Wir können es kaum fassen. Der von uns Allen so hoch geachtete und so sehr geliebte Herr Koch ist unserem leiblichen Auge für immer entrückt. Vor Kurzem ertheilte er noch ganz regelmässig seinen anregenden Unterricht mit immer gleicher Lebendigkeit und Frische und nun weilt er schon nicht mehr unter uns. Freilich, schon seit einiger Zeit war Herr Koch oft unpässlich. Seit seiner Influenza-Erkrankung im vorigen Winter hatte er sich nie wieder ganz erholt und dennoch — bis zur Erkrankung zum Tode hat Herr Koch nicht eine einzige Stunde gefehlt. Ueberhaupt, es ist geradezu erstaunlich, Herr Koch hat seit der Gründung des neuen städtischen Gymnasiums, also innerhalb 11 Jahren, keine einzige Stunde wegen Unwohlsein gefehlt. Allerdings hätte Herr Koch bisweilen besser gethan, zu Hause zu bleiben, sich besser zu schonen und zu pflegen, aber das konnte der gewissenhafte Mann nicht über sich bringen, er hat an seinem Posten getreulich ausgeharrt, bis es einfach nicht mehr ging und dann ist er plötzlich zusammengebrochen. Nun ruht er schon in der Gruft. Doch nicht er, nur seine Hülle. Sein edler Geist lebt fort, lebt fort in uns Allen, nicht nur das, er lebt persönlich fort, das ist meine unerschütterliche Ueberzeugung und diese allein vermag mir wahren Trost zu spenden. Aber weh, sehr weh thut das Scheiden von solchem Manne, der mit ausgezeichneten Eigenschaften in einem Masse ausge-

rüstet war, wie dass gewiss selten vorkommt. Wenn wir in seine grossen, schönen, ausdrucksvollen Augen sahen, so wurde uns immer so wohl um's Herz. Gewiss, das fühlten wir Alle, in der Nähe von Herrn Koch war gut sein, man konnte und mochte stets sein volles Vertrauen ihm entgegenbringen und er hatte es wohl um uns verdient. Drum thut es auch so weh, das Scheiden von solchem Collegen.

Auch Euch, meine lieben jungen Freunde, die Ihr das Glück hattet, seinen Unterricht zu geniessen, auch Euch brachte die traurige Kunde von dem Tode Eures geliebten Lehrers tiefen Schmerz, ich weiss es. Ich sah es Euern Gesichtern an, als ich Euch vor noch nicht 14 Tagen anzeigen musste, Herr Koch könne wegen Erkrankung seinen Unterricht nicht ertheilen, ich sah es Euern Gesichtern an, dass das Euch nicht gleichgültig war, ein aufrichtiges Bedauern war unverkennbar. Auch Ihr habt eben den herrlichen Mann lieb gehabt; das beständige Fragen nach seinem Befinden und mehr noch Eure ganze Haltung dabei war mir der sicherste Beweis.

Wie könnte es auch anders sein! Nicht nur habt Ihr bei Herrn Koch einen vortrefflichen Fachunterricht empfangen. Die Art und Weise dieses Unterrichts war so schön und gut. Wie hat er stets die Schwachen getragen mit soviel Sanftmuth und Geduld und mit Aufbietung aller Kräfte sie zu fördern gesucht. Kein Wunder, einen solchen Lehrer mussten die Schüler lieb gewinnen.

Verehrte Anwesende! Versuchen wir es nun, für einige Augenblicke die Gefühle des Schmerzes etwas zurückzudrängen, um ein kurzes Lebensbild des Verstorbenen, das freilich keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen darf, zu betrachten.

Jean Koch wurde den 23. August 1832 in hiesiger Stadt geboren. Die Vorbildung zu seinen höheren Studien genoss er in den städtischen Schulen, zum grössten Theile in der alten Realschule. Damals schon zeichnete er sich aus durch gewissenhaften Fleiss und hohe Begabung, so dass er bald — wir möchten sagen — der Liebling wurde des uns Aelteren noch so wohlbekannten und hoch verehrten Lehrers der mathematischen und naturwissenschaftlichen Fächer, des jetzigen Herrn Professor Dr. Rudolf Wolf in Zürich. Seinen Mitschülern war Jean Koch stets ein lieber, treuer Kamerad. Nicht nur für die Zweige der Wissenschaft, denen er später sein Hauptstudium widmete, zeigte Jean Koch grosse Talente, nein, frühe schon wurde auch sein Kunstsinn wach und er brachte es in dieser Richtung auch zu recht

schönen Erfolgen. Das beweisen unter Anderm die so hübschen Zeichnungen, die er zu mehreren Schülerreisebeschreibungen lieferte. — Die höheren Studien machte Herr Koch, wie mir von Herrn Professor Wolf mitgetheilt worden ist, zunächst, im Sommersemester 1849, an der bernischen Hochschule und dann während zwei Jahren in Genf. Im Herbst 1851 begleitete er Herrn Professor Wolf auf einer Reise über Bonn, Düsseldorf, Hannover und Hamburg nach Berlin. Hier setzte er während drei Semestern hauptsächlich seine mathematischen und physikalischen Studien fort, pflegte aber daneben auch seinen Kunstsinn durch den Besuch von kunsthistorischen Vorträgen und Museen. Im Frühjahr 1853 kehrte Herr Koch nach Bern zurück und war so glücklich, von der Realschuldirektion zum Besuche einer Anzahl technischer Lehranstalten des In- und Auslandes den sog. grossen Meyer-Preis zu erhalten. So besuchte er dann im Wintersemester 53-54 Anstalten in Zürich, Winterthur, Wien, München, Augsburg, Carlsruhe, Strassburg und zum Schlusse Paris und reichte nachher der Realschuldirektion über die dabei gemachten Studien und Beobachtungen einen ausführlichen Bericht ein. Tüchtig ausgerüstet trat Herr Koch, noch jung, im Sommer 1855, in die Fusstapfen seines früheren geliebten Lehrers, er wurde der Nachfolger von Herrn Wolf an der alten Realschule in Bern.

Bis zur Verschmelzung der Realschule mit der Kantonsschule zum städtischen Gymnasium, 1880, ertheilte er den Unterricht in den Fächern der reinen und angewandten Mathematik und übernahm dann von 1880 an, an der Realschule des städtischen Gymnasiums den Unterricht in der reinen Mathematik. In dem langen Zeitraume von 36 Jahren welch segensreiches Wirken an der Ausbildung zukünftiger Techniker! Wie verstand er es meisterhaft, die Schüler für seine Fächer zu begeistern. Er verfügte in hohem Masse über die Gabe, ausserordentlich klar und gründlich mitzutheilen. Sein Verhältniss zu den Schülern war stets durchaus freundlich; da ging es nicht nach Schablone, sondern er individualisirte so viel wie möglich, so hatte er denn auch immer grossen Erfolg. Unter der gegenwärtigen Lehrerschaft haben 6 noch das Glück gehabt, Herrn Koch's Schüler zu sein, wir können ihm nicht dankbar genug sein für das Gute in jeder Beziehung, das er uns geboten. Fürwahr Herr Koch war stets ein Muster eines tüchtigen, gewissenhaften Lehrers.

Doch nicht nur in der Schule hat Herr Koch so vortrefflich gewirkt, auch in wissenschaftlichen und künstlerischen Kreisen wurde

seine tüchtige Arbeitskraft in hohem Masse in Anspruch genommen. Er war eben immer eifrig bemüht, auf der Höhe zu bleiben. Da wurde immer fortstudirt und es war oft interessant zu sehen, wie rasch Herr Koch im Stande war, bei einer neuen literarischen Erscheinung auf einem ihm verwandten Gebiete das Werk auf seinen wissenschaftlichen Gehalt zu prüfen. Er hatte sofort einen klaren Blick in Alles. — 30 Jahre lang*) versah er das Amt des Bibliothekars der schweizer. naturforschenden Gesellschaft, und wie versah er dieses Amt, mit welcher bewunderungswürdigen Aufopferung, mit welcher Gewissenhaftigkeit und mit welch hohem Verständniss für seine Aufgabe! — Als Mitglied des akademischen Kunstcomite's, der Kunstschul-Direktion und der Direktion der Künstlergesellschaft gab Herr Koch immer ein sehr verständnissvolles Urtheil über Kunstsachen ab. Die Kunst war ihm so recht Herzenssache. Das beweisen die schönen Sammlungen, die er angelegt hat, worunter eine prächtige Sammlung von Radierungen besonders werthvoll ist. — Auch sonst in anderen Dingen war Herr Kochs Rath sehr gesucht, sonst hätte nicht die Zunftgesellschaft zu Schiffleuten ihn schon seit langen Jahren immer zum Obmann gewählt. Der Familie war er stets ein guter Bruder und Onkel, ein dankbarer Sohn. Mit grosser Hingebung hatte er seinen hochbetagten Vater bis zu seinem Ende gepflegt. Seinen Freunden war er stets derselbe treue, aufrichtige Freund, auf den man sich felsenfest verlassen konnte. Ueberhaupt, Herr Koch war ein ganz ausgezeichneter Mann in jeder Beziehung, ein durchaus edler Charakter.

Meine verehrten Zuhörer! Ich habe nach Leichenreden hie und da für mich im Stillen gedacht, da hat man nun des Lobes viel gesagt, es möchte vielleicht doch ein wenig übertrieben worden sein. Heute habe ich das durchaus gegentheilige Gefühl. Ich finde die Worte nicht, die das Alles auszudrücken vermöchten, was ich an Achtung und Liebe fühle für den für uns nach unserem Ermessen viel zu früh Dahingeschiedenen.

Und doch, soll ich ganz gewissenhaft, ganz wahr sein, so darf ich einen kleinen Fehler nicht übergehen. Herr Koch war oft zu bescheiden. Verstehen Sie mich recht! Ich will damit nicht etwa nur in origineller Weise ein stärkeres Lob verkünden. Nein, es gibt ja wirklich ein Mass von Bescheidenheit, das zu gross genannt werden muss, wenn nämlich dabei gewisse Rücksichten verletzt werden können.

---

*) Zuerst 5 Jahre nur als Gehülfe.

In diesen kleinen Fehler ist etwa einmal unser verehrter Herr Koch verfallen. Aber was wollen wir dazu sagen, was will diess winzige schwarze Pünktlein bedeuten in dem grossen Meere herrlicher Tugenden und Eigenschaften! Nichts anders kann es bedeuten, als dass eben absolute Vollkommenheit auf Erden nicht zu erreichen ist. Herr Koch schwebt immerhin uns Allen, Jung und Alt, vor als ein Ideal, dem wir unter Gottes Beistand mit allen Kräften nachstreben sollten. Gott nehme unsern so hoch geachteten und so innig geliebten Dahingeschiedenen in Gnaden auf in sein Reich! —

Herr **J. R. Koch,** *Gymnasiallehrer und langjähriger Oberbibliothekar der bernischen und der Schweizer. Naturforschenden Gesellschaft* hat der *bernischen Naturforschenden Gesellschaft*, welcher er seit 1853 angehört hatte, seine Anhänglichkeit durch folgende *Vermächtnisse* bekundet:

1. *An baar* zur *Aeuffnung der Bibliothek* der bern. Naturforsch. Gesellschaft *Fr. 500.*

Laut Beschluss der Gesellschaft soll diese Summe unter dem Namen «*Kochfundus*» besonders verwaltet und der Ertrag vorerst zur Completirung von Gesellschaftschriften verwendet werden. Es hat nämlich

2. der Bibliothek der *bernischen Naturforschenden Gesellschaft* seine *sämmtlichen mathematischen und naturwissenschaftlichen Werke* nach Auswahl durch die Herren Professoren Wolf und Graf.

Dadurch hat die Bibliothek der bern. Naturforschenden Gesellschaft folgende namhafte Vermehrung erfahren:

A. Zeitschriften.

Astronomische Nachrichten, begr. v. H. C. Schumacher, herausgeg. v. C. A. F. Peters. Bd. 40—53. Altona 1855-60. 4°.

Zeitschrift für Mathematik und Physik, herausgegeben v. O. Schlömilch und B. Witzschel. Jahrg. 1—30. Leipzig 1856—85. 8°.

— Generalregister. 1856—1880.

— Supplement zur hist.-literar. Abth. d. XXII. Jahrg.

Schweiz. Polytech. Zeitschrift, herausgegeben v. Dr. P. Bolley et J. H. Kronauer. Bd. 1—5. 4°. Winterthur 1856—60.

Peters C. A. F., Zeitschrift für populäre Mittheilungen aus dem Gebiete der Astronomie und verwandter Wissenschaften. Bd. 1. 2 (Heft 2—4,) 3. Altona 1860. 8°.

Der Naturfreund, illustr. Zeitschrift für Pflanzenzucht im Zimmer. Jahrg. 4, 5, 6. Wien 1888. 4°.

B. Ingenieur-Wissenschaften.

Netto F. W. Handbuch der gesammten Vermessungskunde. Bd. 1 und 2. Berlin 1820. Kl. 8°.

Weisbach J. Lehrbuch d. Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. 3 Theile. 1. Aufl. Braunschweig 1855. 8°.

Redtenbacher F. Resultate für d. Maschinenbau. 3. Aufl. Mannheim 1856. 8°.

Marin A. G. Elemente d. Maschinenlehre. Brünn 1856. 8°.

Armengand et Barrault, Der Taschen-Ingenieur nach dem Franz. von A. W. Hertel. Weimar 1856. 8°.

Lemoch J. Lehrbuch d. prakt. Geometrie. 2. Aufl. Wien 1857. 8°.

Heussi J. Lehrbuch der Geodäsie. Leipzig 1861. 8°.

Weisbach J. Der Ingenieur. Braunschweig 1863. Kl. 8°.

Hunäus K. Die geometr. Instrumente. Hannover 1864. Gr. 8°.

Hunäus K. Lehrbuch d. prakt. Geometrie. 2. Aufl. Hannover 1868. 8°.

Jordan W. Taschenbuch d. praktischen Geometrie. Stuttgart 1873. 8°.

Rüdgisch R. v. Instrumente und Operationen der niedern Vermessungskunde. Cassel 1875. 8°.

Bauernfeind C. M. v. Elemente der Vermessungskunde. 5. Aufl. Bd. 1 u. 2. Stuttgart 1876.

Jordan W. Handbuch der Vermessungskunde. 3. Aufl. Bd. 1 und 2. Stuttgart 1878. 8°.

Engelbreit K. XXVI Steintafeln, Instrumente der Geodäsie und Hydrometrie. (Atlas.) Nürnberg ? fol.

C. Mathematik.

Callet Fr. Tables portatives de logarithmes. Paris 1795. (1819.) 8°.

Euler L. Algebra, 2 Bde. Berlin 1797. 8°.

Meier Hirsch. Sammlung geometrischer Aufgaben. 2 Theile. Berlin 1805. 8°.

Lacroix S. F. Eléments d'algèbre, 6e édit. Paris 1807. 8°.

Bezout. Traité d'arithmétique. 11e édit. Paris 1823. 8°.

Puissant L. Recueil de diverses propositions de Géométrie. Paris 1824. 8°.

Bury A. Lehrbuch der höhern Mathematik. 3 Bde. Wien 1832. 8°.

Lacroix F. „ „ „ 4e édit. „ 1835. 8°.

Euler L. Einleitung in die Analysis des Unendlichen, deutsch v. H. Maser. Berlin 1835. 8°.

Burg A. Compendium der höheren Mathematik. Wien 1836. 8°.

Littrow J. J. v. Anleitung zur höhern Mathematik. Wien 1836. 8°.

Magnus L. S. Sammlung v. Aufgaben und Lehrsätzen aus der analytischen Geometrie. Berlin 1838. 8°.

Navier M. Leçons d'analyse. Paris 1840. 8°.

Lorenz J. F. Euklid's Elemente. 6. Aufl. Halle 1840.

Olivier Th. Cours de géométrie descriptive. 1. Theil Text; 2. Theil Atlas. Paris 1843. 4°.

Egen C. Handbuch d. allgemeinen Arithmetik. 3. Aufl. 2 Theile. Berlin.
Duhamel M. Cours d'analyse de l'école polytechnique. Paris 1847. 8°.
Legendre A. M. Eléments de géometrie. Paris 1850. 8°.
Monge G. Application de l'analyse à la géométrie. 5e édit. Paris 1850. 4°.
Montag J. B. Die Wunder d. Arithmetik. Leipzig 1851. 8°.
Hartner Fr. Handbuch d. niedern Geodäsie. Wien 1852. 8°.
Schmidt R. Theoretisch-praktische Anleitung zum geometr. Zeichnen. 2. Aufl. Berlin 1853. 8°.
Sohncke L. A. Bibliotheca mathematica. Leipzig 1854. 8°.
Leroy A. Analyse appliquée à la géométrie des trois dimensions. 4e édit. Paris 1854. 8°.
Meyer M. H. und C. Th. Lehrbuch der axonometrischen Projektionslehre. Leipzig 1855—63. 8°. Nebst Anhang: Constructive Aufgaben über die Kegelschnitte.
Bose H. v. Die zeichnende Geometrie. 2. Aufl. Dresden 1856. Kl. 8°.
Riecke Fr. Die Rechnung mit Richtungszahlen. Stuttgart 1856. 8°.
Wolff F. Die algebrische Analysis und die Differential- und Integral-Rechnung. 3. Aufl. Berlin 1856. 8°.
Weissenborn H. Die cyclischen Curven. Eisenach 1856. 8°.
Weissenborn H. Die Prinzipien d. höhern Analysis. Halle 1856. 8°.
Dienger J. Differential- und Integralrechnung. Stuttgart 1857. 8°.
Mann Fr. Ein Beitrag zur graphischen Lösung d. axonometr. Probleme. Frauenfeld und Lehe. 1858. 8°.
Pohlke K. Darstellende Geometrie. 1 Abth. Berlin 1860. 8.
Hug J. C. Die Mathematik in systematischer Behandlungsweise. Zürich 1861. 8°.
Wolff F. Die beschreibende Geometrie *mit Atlas*. Berlin 1861. 8° und fol.
Lejeune-Dirichlet P. G. Vorlesungen üb. Zahlentheorie, herausgeg. v. R. Dedekind. Braunschweig 1863. 8°.
Briot et Bouquet. Leçons de géométrie analytique. Paris 1868. 8°.
Butz W. Anfangsgründe der darstellenden Geometrie. Essen 1870. 8°.
Scherling Chr. Vorschule und Anfangsgründe der descriptiven Geometrie. Hannover 1870. 8°.
Otto K. v. Die Grundzüge des graphischen Rechnens. 2. Aufl. Prag 1872. 8°.
Cremona Dr. L. Elemente des graph. Calculs, deutsch v. M. Curtze. Leipzig 1875. 8°.
Herr Ph. Lehrbuch d. höhern Mathematik. 2 Bde. Wien 1877. 8°.
Schmidt E. Handbuch zur Discussion v. Curven und v. Oberflächen. Hamburg 1881. 8°.
Fink K. Kurzer Abriss einer Geschichte der Elementar-Mathematik. Tübingen 1890. 8°.
Engel F. Axonometr. Projektionen der wichtigsten geometr. Flächen. Atlas. Berlin. Fol.
Liagre J. Calcul des probabilités. Bruxelles. 8°.
Deschwanden W. v. Ueber die centralen oder polaren Projektionen von 4 beliebigen Punkten. Ohne Ort und Datum. 8°.

D. Astronomie.

Nicolai Copernici Torinensis Astronomia instarata Dr. Nic. Mulerii. Amstelrodami 1617. 4°.
Bailly M. Histoire de l'astronomie moderne. Bd. 1 und 2. Paris 1779. 4.

Lalande Jérôme. Abrégé d'astronomie. 2e édit. Paris 1795. 8°.
Laplace P. S. Exposition du système du monde. 4e édit. Paris 1813. 4°.
Littrow J. J. v. Vorlesungen üb. Astronomie. 1. und 2. Theil. Wien 1830. 8°.
Herschel. Neuer Abdruck der höchst merkwürdigen Berichte üb. die grossen astronomischen Entdeckungen auf d. Monde. Hamburg 1836. Kl. 8°.
Littrow J. J. v. Erläuterungen zu den Vorlesungen. Wien 1842. 8°.
Brünnow F. Lehrbuch der sphärischen Astronomie. Berlin 1851. 8°.
Littrow J. J. v. Die Wunder des Himmels. 4. Aufl. Stuttgart 1854. 8°.
Arago Fr. Astronomie populaire. Bd. 1—4. Paris 1854. 8°.
— Œuvres complètes, Paris 1854. 8°.
— Œuvres complètes. d. h. „ Notices biographiques, 3 Bde. „ Notices scientifiques, 5 Bde. „ Mémoires scientifiques, 2 Bde. „ Tables, 1 Bd. „ Instructions, 1 Bd. „ Mélanges, 1 Bd.
Schmidt S. F. Jul. Der Mond. Leipzig. 1856. 8°.
Mädler J. H. v. Der Fixsternhimmel. Leipzig 1858. 8°.
Drechsler A. Die Sonnen- und Mondfinsternisse. Dresden 1858. 8°.
Reis P. Die Sonne. Leipzig 1869. Kl. 8°.
Secchi P. A. Le soleil. Paris 1870. 8°.
Mädler J. H. v. Geschichte der Himmelskunde. Bd. 1. 2. Braunschweig 1873. 8°.
Littrow K. v. Kalender für alle Stände 1878. Wien. 8°.
Günther S. Grundlehren der mathem. Geographie und elementaren Astronomie. München 1878. 8°.
Riedig M. Stern-Karten in 20 Blättern nach Bode's Uranographie, 4°. Leipzig ohne Datum.
Annuaire pour l'an 1856, publié par le bureau des longitudes. Paris. 12°.
Schumacher H. C. Sammlung v. Hülfstafeln 1822, neu und vermehrt v. L. Warnstorff. Altona 1845. 8°.

E. Physik.

Euler Leonh. Mechanica sive motus scientia analytice. Tom. I und II. Petropoli 1736. 4°.
Biot J. B. Notions élémentaires de statistique. Paris 1829. 8°.
Somerville M. Ueberblick d. physikalischen Wissenschaften, deutsch v. Klöden. Berlin 1835. 8°.
Poisson S. D. Traité de mécanique. 3e édit. Bruxelles 1838. 8°.
Reynaud et C. Gerono. Traité élémentaire de statistique. Paris 1838. 8°.
Baumgartner A. Die Naturlehre nach ihrem gegenwärtigen Zustande. 7. Aufl. Wien 1842. 8°.
Burg A. Compendium d. populären Mechanik und Maschinenlehre. 2. Aufl. Wien 1849. 8°.
Brettner A. Leitfaden für den Unterricht in der Physik. Breslau 1852. 8°.
Glase C. Maschinenlehre. Wien 1854. 8.
Poppe A. Grundlehren der Mechanik und des Maschinenwesens. 2. Aufl. Frankfurt a/M. 1854. Gr. 8°.

Moll C. L. Die reine und angewandte Elementar-Mechanik. Braunschweig 1854. 8.
Brewer E. C. Katechismus der Naturlehre. Leipzig 1855. 8°.
Kunzek A. Studien aus d. höhern Physik. Wien 1856. 8°.
Grove W. R. Corrélation des forces physiques, tr. française par Moigno. Paris 1856. 8°.
Schabus J. Grundzüge der Physik. Wien 1856. 8°.
Beetz W. Leitfaden der Physik. Berlin 1865. 8°.
Emsmann A. H. Physikalisches Handwörterbuch, Bd. 1 und 2. Leipzig 1865. 8°.
Karsten, Harms, Weyer. Einleitung in d. Physik. Leipzig 1869. 8°.
Graeffe C. H. Die Statik und Mechanik fester Körper (lithographirt).

F. Geographie, Meteorologie.

Dove H. W. Correspondirende Beobachtungen üb. die regelmässigen stündl. Veränderungen und üb. die Perturbationen d. magnet. Abweichung im mittl. und östl. Europa. Mit Vorwort v. A. v. Humboldt. 1830. 8°.
Studer B. Anfangsgründe der mathem. Geographie. 8°. Bern, Chur und Leipzig 1836.
Kaemtz L. F. Cours complet de Météorologie, franz. v. Ch. Martins. Paris 1843. 8°.
Vogt C. Physiologische Briefe für Gebildete aller Stände. 1. Abth. Stuttgart und Tübingen 1845. 8°.
Diesterweg F. A. W. Lehrbuch der mathem. Geographie und populären Himmelskunde. 5. Aufl. Berlin 1848. 8°.
Jahn G. H. Handbuch d. Witterungskunde. Leipzig 1855. 8°.
Brettner H. A. Mathem. Geographie. 4. Aufl. Breslau 1856. 8°.
Dove H. W. Klimatologische Beiträge. 1. Theil. Berlin 1857. 8°.
Autenheimer Fr. Lehr- und Lesebuch für gewerbl. Fortbildungsschulen. Basel 1870. 8°.
Ungewitter F. H. Erdbescheibg. und Staatenkunde. Bd. 1, 2, 3. Dresden 1872. Gr. 8°.
Rüefli J. Leitfaden d. mathem. Geographie. Bern 1884. 8°.

G. Diverses.

Deleschamps Pet. Vollständiges Handbuch der Gravirkunst, dentsch v. H. Schmidt. Kl. 8°. Quedlinburg und Leipzig 1838.
Whewell W. Geschichte der inductiven Wissenschaften, deutsch v. Littrow. 3 Theile. Stuttgart 1840. 8°.
Eichelberg J. F. A. Methodischer Leitfaden z. gründ. Unterricht in d. Naturgeschichte. 3. Theil Mineralogie. 2. Aufl. Zürich 1845. 8°.
Vogt C. Köhlerglaube und Wissenschaft 4. Aufl. Giessen 1855. 8°.
Figuier L. Exposition et histoire des principales découvertes scientifiques modernes 4e édit. 4 Bde. Paris 1855. 8°.
— Les applications nouvelles de la science à l'industrie et aux arts en 1855. Paris 1856. 8°.
Büchner L. Kraft und Stoff. 3. Aufl. Frankfurt a/M. 1856. 8°.
Hertel A. W. Die Oelmalerei in umfassender technischer Beziehung. Weimar 1857. 8°.

Vogt C. Altes und Neues aus Thier- und Menschenleben. Bd. 1 und 2. Frankfurt a/M. 1859. 8°.

Karsten H. Lehrbuch d. Krystallographie. Leipzig 1861. 8°.

Geschichte d. Schweiz. Naturf. Gesellsch. Zur Erinnerung an d. Stiftungstag. Zürich 1865. 4°.

Bock C. Das Buch vom gesunden und kranken Menschen. 2. Aufl. Leipzig 1855. 8°.

— Supplement-Band dazu. Leipzig 1866. 8°.

Brehm A. E. Gefangene Vögel. Bd. 1, 2. Leipzig und Heidelberg 1872. 8°.

Poppe A. Alphab.-chronolog. Uebersicht der Erfindungen, Entdeckungen und Fortschritte auf dem Gebiete der Physik, Chemie, Mechanik, Technik. 3. Aufl. Frankfurt a/M. 1881. 8°.

Sammelband, enthaltend 7 Vorträge über Mathematik, Mechanik und Physik. 8°.

„ üb. Polarplanimeter und Rechenmaschinen. 8°.

„ Biographien (Astronomen, Physiker, etc.). 8°.

„ Varia. 4°.

„ 10 Broschüren üb. Astronomie.

Ausserdem noch verschiedene kleinere Broschüren.

1 Sammelband Varia.

Sammelband von 10 Broschüren üb. Astronomie. 8°.

Statuten d. Schweiz. Gesellsch. für die gesammten Naturwissenschaften. Zürich 1863. 8°.

Die wichtigsten Momente aus der Geschichte der 3 ersten Jahrzehnte d. Schw. Naturf. Gesellsch. Zürich 1848. 8°.

Verhandlungen d. Schweiz. Naturf. Gesellsch. v. 1818—1888.

Mittheilungen der Naturf. Gesellsch. in Bern v. 1843—1887.

Verzeichniss der Mitglieder

der

Bernischen naturforschenden Gesellschaft.

(Am 31. Dezember 1891.)

Die mit * bezeichneten Mitglieder wurden im Jahre 1891 neu aufgenommen.

Vorstand.

Dr. *S. Schwab*, Präsident vom 1. Mai 1891 bis 30. April 1892.
Rector *A. Benteli*, Vice-Präsident.
B. Studer, jun., Apotheker, Kassier seit 1875.
Dr. *Ed. Fischer*, Sekretär seit 1886.
Prof. Dr. *J. H. Graf*, Redaktor der Mittheilungen seit 1883 und Oberbibliothekar seit 1889.
Dr. *E. Kissling*, Unterbibliothekar seit 1888.

Mitglieder.

1.	**Anderegg*, Ernst, Gymnasiallehrer, Bern	1891
2.	*Andreæ*, Philipp, Apotheker, Bern.	1883
3.	*Badertscher*, Dr. A., Sekundarlehrer, Bern	1888
4.	*Balmer*, Dr. Hans, Privatdocent, Bern	1886
5.	*Baltzer*, Dr. A., Professor der Mineralogie und Geologie, Bern	1884
6.	**Bannwarth*, Dr. Emil, Privatdocent u. Prosector an der Anatomie Bern	1891
7.	*Baumberger*, Ernst, Sekundarlehrer in Twann	1890
8.	*Beck*, Dr. Gottl., Lehrer an der Lerberschule, Bern	1876
9.	*v. Benoit*, Dr. jur. G., Bern	1872
10.	*Benteli*, A., Rector und Docent, Bern	1869
11.	**Benteli*, A., V. D. M., in Bern	1891
12.	*Berdez*, H., Professor an der Thierarzneischule, Bern.	1879
13.	*Berlinerblau*, Dr. J., Fabrikdirekt. in Sosnowice (Russ.-Polen)	1887
14.	*Bindy*, Jos., Curé à Vermes, Jura bernois	1890
15.	*v. Bonstetten*, Dr. phil. August, Bern	1859
16.	*Bourgeois*, Dr. med. E., Arzt, Bern	1872
17.	*Brückner*, Dr. Ed, Prof. der Geographie, Bern	1888
18.	*Brunner*, Alb., Apotheker, Bern	1866
19.	*Brunner*, C., Telegraphendirektor in Wien	1846
20.	*Büchi*, Fr., Optiker, Bern	1874
21.	*v. Büren*, Eug., allié von Salis, Sachwalter, Bern	1877
22.	*Cherbuliez*, Dr. Direktor, Mühlhausen	1861

23. *Christeller,* Dr. med., Bordighera 1870
24. *Christen,* Förster in Biel 1889
25. *Coaz,* eidgenössischer Oberforstinspektor, Bern . . . 1875
26. *Conrad,* Dr. Fr., Arzt in Bern 1872
27. *Cramer,* Gottl., Arzt in Biel 1854
28. *Demme,* Dr. R., Professor, Arzt am Kinderspital in Bern . 1863
29. *Dick,* Dr. Rud., Arzt in Bern 1876
30. *Dmitrenko,* Frl. E., stud. phil., Bern 1887
31. *Droz,* Arnold, Kantonsschullehrer in Pruntrut . . . 1890
32. *Dubois,* Dr. med., Arzt, Privatdocent, Bern . . . 1884
33. *Dumont,* Dr. med. F., Arzt, Privatdocent, Bern . . . 1890
34. *Dutoit,* Dr. med., Arzt in Bern 1867
35. *Engelmann,* Dr., Apotheker in Basel 1874
36. *Fankhauser,* J., Gymnasial-Lehrer und Privatdocent, Bern. 1873
37. *v. Fellenberg,* Dr. phil. E., Bergingenieur, Bern . . . 1861
38. *Fischer,* Dr. phil. Ed., Privatdocent, Bern 1885
39. *Fischer,* Dr. L., Professor der Botanik, Bern . . . 1852
40. *Frey,* Dr. H., Lehrer am städt. Gymnasium in Bern . . 1872
41. *Frey,* Dr. Rob., Arzt in Rubigen 1876
42. *v. Freudenreich,* Dr. E., Bern 1885
43. **Fuchs,* U., Pfarrer in Unterseen 1891
44. *Geering,* Dr. T., Chef der eidg. Handelsstatistik, Bern . 1888
45. *de Giacomi,* Dr. med. J., Arzt und Privatdocent, Bern . 1889
46. *Girard,* Prof. Dr. med., Arzt in Bern 1876
47. *Glur,* J. G., stud. phil., Bern 1890
48. *Graf,* Dr. J. H., Professor der Mathematik, Bern . . 1874
49. *Gosset,* Philipp, Ingenieur, Wabern bei Bern . . . 1865
50. *Gressly,* Alb., Oberst, Maschinen-Ingenieur, Bern . . 1872
51. *Grimm,* J., Präparator, Bern 1876
52. *Guillebeau,* Professor Dr., Bern 1878
53. *Haaf,* C., Droguist, Bern 1857
54. *Haas,* Dr. med. Sigismund, Arzt in Muri b. Bern . . 1890
55. **Hafner,* René, Apotheker in Biel 1891
56. *Hasler,* Dr. phil. G., Dir. d. Telegraphen-Werkstätte, Bern 1861
57. *Held,* Leon, Ingenieur, Bern 1879
58. *Heller,* J. H., Kaufmann, Bern 1872
59. *Hess,* E., Prof. an der Thierarzneischule, Bern . . . 1883
60. *Holzer,* Ferd., Lehrer in Oberwyl bei Büren . . . 1890
61. *Huber,* Dr. G., Professor der Mathematik, Bern. . . 1888
62. **Huber,* Rud., Lehrer an der Lerberschule, Bern . . 1891
63. *Jenner,* E., Entomolog, Stadtbibl., Bern 1870
64. *Jonquière,* Dr. Professor der Medicin, Bern . . . 1853
65. *Jonquière,* Dr. med. Georg, Arzt in Bern 1884
66. *Jonquière,* Dr. phil. Alf., Privatdocent in Basel. . . 1884
67. *Käch,* P., Sekundarlehrer in Bern 1880
68. *Kaufmann,* Dr., Sekretär d. schweiz. Industriedeparts., Bern 1881
69. *Kaufmann,* Dr. Alfr., Lehrer in der Grünau, Wabern b. Bern 1886
70. *Kesselring,* H., Lehrer an der Sekundarschule in Bern . 1870
71. *Kissling,* Dr. E., Sekundarlehrer in Bern 1888
72. *Klopfenstein,* Fr., Sekundarlehrer in Wimmis . . . 1890
73. *Kobi,* Dr., Lehrer an der Kantonsschule Puntrut . . 1878
74. *Kocher,* Dr., Professor der Chirurgie, Bern . . . 1872

75. *Koller*, G., Ingenieur, Bern 1872
76. *König*, Dr. Emil, Arzt in Bern 1872
77. *Körber*, H., Buchhändler in Bern 1872
78. *Kraft*, Alex., Besitzer des Bernerhofs, Bern . . . 1872
79. *Krebs*, A., Seminarlehrer in Bern 1888
80. *Kronecker*, Dr. H., Professor der Physiologie, Bern . . 1884
81. *Kuhn*, Fr., gew. Pfarrer, Bern 1841
82. *Kummer*, Dr. med. J., Arzt in Aarwangen. . . . 1890
83. *Langhans*, Fr., Lehrer am städt. Progymnasium, Bern . 1872
84. *Lanz*, Dr. Em., Arzt in Biel 1876
85. *Lanz*, J., Dr. med. in Biel 1856
86. *Lauterburg*, R., Ingenieur, Bern 1851
87. *Leist*, Dr. K., Lehrer an der Sekundarschule, Bern . . 1888
88. *Lindt*, Franz, Ingenieur, Bern 1870
89. *Lindt*, R., Apotheker, Bern. 1849
90. *Lindt*, Dr. med. Wilh., Arzt in Bern 1854
91. *Lindt*, Dr. med. W. jun., Arzt und Docent, Bern . . 1888
92. *Lommel*, Ingenieur, Bern 1890
93. *Lory*, Adolf, Sekundarlehrer in Belp 1889
94. *Lütschg*, J., Waisenvater, Bern 1872
95. *Marckwald*, Dr. Max, Bonn a. Rh. 1889
96. *Markusen*, Professor Dr. Johann, Bern 1889
97. *Marti*, Christian, Sekundarlehrer in Nidau 1889
98. *Moser*, Dr. phil. Ch., Privatdocent, Bern 1884
99. *Moser*, Friedrich, Schreinermeister, Bern 1877
100. *Müller*, Emil, Apotheker in Bern 1882
101. *Müller*, Professor Dr. P., in Bern 1888
102. *v. Mutach*, Alfr., von Riedburg, Bern. 1865
103. *Mützenberg*, Dr. med. Ernst, Spiez 1885
104. *Nanni*, Dr. Wilh., Arzt in Mühleberg 1890
105. *Neuhaus*, Dr. med. Carl, in Biel 1854
106. *Niehans-Bovet*, Dr. med., Arzt in Bern 1870
107. *Niehans*, Dr. med. Paul, Inselarzt in Bern . . . 1873
108. *Pfister*, J. H., Mechaniker in Bern 1871
109. *Pflüger*, Professor Dr., Bern 1889
110. *Polikier*, Dr. H., Assistent am chem. Laboratorium, Bern . 1890
111. *Prêtre*, Henri, Sekundarlehrer in Moutier 1890
112. *Pulver*, E., Apotheker in Interlaken 1890
113. *Pulver*, Fried., Apotheker in Bern 1876
114. **Pulver*, G., Sekundarlehrer in Wiedlisbach . . . 1891
115. *Renggli*, Jos., Arzt in Meiringen 1891
116. *Ris*, Lehrer der Physik am städt. Gymnasium . . . 1869
117. *Rollier*, L., in Zürich-Fluntern 1890
118. *Rothen*, Dr. phil., internationaler Telegraphendirektor, Bern 1872
119. *Rothenbach*, Alfr., Gasdirektor in Bern 1872
120. *Rüefli*, Sekundarlehrer in Bern 1890
121. *Sahli*, Professor Dr. H., in Bern 1875
122. *Santi*, Dr. med Aug., Arzt in Bern 1890
123. *Schällibaum*, Dr. H., Arzt in Wattenwyl 1889
124. *Schärer*, Dr. med. Ernst, Bern 1885
125. *Schärtlin*, Dr., Chef im eidgen. Versicherungsamt in Bern 1888
126. *Schaffer*, Dr., Kantonschemiker und Docent, Bern . . 1878

127. *Schenk*, Dr. Karl, Bundesrath, Bern 1872
128. *Schlachter*, Dr., Lehrer an der Lerberschule, Bern . . 1884
129. **Schmid*, Dr. W., Major im Generalstab, Bern . . . 1891
130. *Schnell*, Dr. Alb., Lochbach bei Burgdorf 1872
131. *Schuppli*, M., Dir. der N. Mädchenschule, Hilterfingen . 1870
132. *Schwab*, Alfr., Banquier in Bern 1873
133. *Schwab*, Dr. med. Sam., Bern 1885
134. *Schwarz-Wälly*, Commandant, Bern 1872
135. *Sidler*, Dr., Professor der Astronomie, Bern . . . 1872
136. *Stämpfli*, K., Buchdrucker, Bern 1870
137. *Steck*, Th., Conservator am Naturhistor. Museum, Bern . 1878
138. *v. Steiger*, Dr. A. in Bern 1890
139. *Stooss*, Dr. med. Max, Arzt in Bern 1883
140. *Strasser*, Dr. Hans, Professor der Anatomie, Bern . . 1872
141. *Stucki*, Fr., Sekundarlehrer in Wangen a. A. . . . 1890
142. *Stucki*, G., Sekundarlehrer in Bern 1890
143. *Studer*, Bernhard, sen., Bern 1844
144. *Studer*, Bernhard, Apotheker, Bern 1871
145. *Studer*, Dr. Theophil, Professor der Zoologie, Bern . . 1868
146. *Studer*, Wilhelm, Apotheker in Bern 1877
147. *Tanner*, G. H., Apotheker in Bern 1882
148. *Thiessing*, Dr., Redaktor, Bern 1867
149. *v. Tscharner*, Dr. phil. L., Stabsmajor, Bern . . . 1874
150. *v. Tscharner*, Oberstlieutenant, Bern 1878
151. *Tschirch*, Dr. A., Professor der Pharmakognosie in Bern . 1890
152. *Tschumi*, Lebensmittelinspektor, Bern 1890
153. *Valentin*, Professor Dr. med. Ad., Arzt in Bern. . . 1872
154. *Volz*, Wilhelm, Apotheker in Bern 1887
155. *Wäber-Lindt*, A., Bern 1864
156. *Wander*, Dr. phil. Chemiker, Bern 1865
157. *Wanzenried*, Sekundarlehrer in Zäziwyl 1867
158. **Wartmann*, Apotheker in Biel 1891
159. *v. Wattenwyl-v. Wattenwyl*, Jean, Rentier, Bern . . 1877
160. *Weingart*, J., Sekundarlehrer in Bern. 1875
161. *Werder*, D., Sekr. der eidg. Telegraphen-Direktion, Bern . 1876
162. *v. Werdt*, Grossrath in Toffen 1887
163. *Wolf*, Dr. R., Professor, Zürich 1839
164. *Wyss*, Dr. G., Buchdrucker in Bern 1887
165. *Wyss*, R., Sekundarlehrer in Basel 1889
166. *Wyttenbach-Fischer*, Dr., Arzt in Bern 1872
167. *de Zehender*, Marq., Ingenieur, Bern 1874
168. *Ziegler*, Dr. med. A., eidg. Oberfeldarzt, Bern . . . 1859
169. *Zumstein*, Dr. med. J. J. in Marburg 1885
170. *Zwicky*, Lehrer am städt. Gymnasium, Bern 1856

Im Jahre 1891 ausgetreten:

Hermann, F., Mechaniker, Bern 1861
Linde, cand. phil. 1890
Schmid, R., Sekundarlehrer in Lyss 1890
Stauffer, B., Ingenieur in Aedermannsdorf 1865
Vinassa, Dr. phil., Kantonschemiker d. Kt. Tessin, Lugano . 1884
Weber, Dr. Hans, Arzt in Bern 1872

Im Jahre 1891 verstorben:

Koch, Lehrer der Mathematik, Bern 1853
v. Salis, eidg. Oberbauinspektor, Bern. 1881
Schmid, J. G., Direktor der Sekundarschule, Bern . . . 1877
v. Wattenwyl-Fischer, Rentier, Bern 1848

Correspondirende Mitglieder:

1. *Biermer,* Dr., Professor in Breslau 1861
2. *Custer,* Dr., in Aarau 1850
3. *Flesch,* Dr. M., Arzt in Frankfurt 1882
4. *Flückiger,* Dr. Professor, Strassburg 1853
5. *Gasser,* Dr. E., Professor der Anatomie in Marburg . . 1884
6. *Gelpke,* Otto, Ingenieur in Luzern 1867
7. *Graf,* Lehrer, in St. Gallen 1858
8. *Grützner,* Dr. A., Prof., in Tübingen 1881
9. *Hiepe,* Dr. Wilhelm, in Birmingham 1874
10. *Imfeld,* Xaver, Topograph in Hottingen 1880
11. *Krebs,* Gymnasiallehrer in Winterthur 1864
12. *Landolf,* Dr., in Chili 1881
13. *Lang,* Dr. A., Professor, Zürich 1876
14. *Leonhard,* Dr., Veterinär in Frankfurt. 1870
15. *Lichtheim,* Prof. in Königsberg 1881
16. *Lindt,* Dr. Otto, Apotheker in Aarau 1866
17. *Metzdorf,* Dr. Professor der Vet.-Sch. in Proskau, Schlesien 1870
18. *Petri,* Dr. Ed., Prof. der Geographie in St. Petersburg . 1883
19. *Pütz,* Dr. H., Professor der Vet. Med., Halle a. S. . . 1870
20. *Regelsperger,* Gust., in la Rochelle 1883
21. *Rothenbach,* Lehrer am Lehrerseminar in Küssnacht . . 1871
22. *Rütimeyer,* Dr. L., Professor in Basel 1853
23. *Schiff,* Dr. M., Professor in Genf 1856
24. *Wälchli,* Dr. med. D. J., Buenos Ayres 1873
25. *Wild,* Dr. Professor, in St. Petersburg. 1859

Auszug

aus der

Jahres-Rechnung der bernischen Naturforschenden Gesellschaft

1890

Einnahmen.

Saldo letzter Rechnung	Fr.	— . —
Jahres-Beiträge	„	1,256. —
Eintrittsgelder	„	120. —
Zinse	„	21. 90
Verkauf von Mittheilungen	„	6. —
	Fr.	1,403. 90

Ausgaben.

Passiv-Saldo letzter Rechnung	Fr.	55. 85
Mittheilungen pro 1890	„	705. 85
Bibliothek	„	159. 95
Lesezirkel	„	220. 15
Verschiedenes	„	337. 10
	Fr.	1,478. 90

Bilanz.

Die Ausgaben betragen	Fr.	1,478. 90
Die Einnahmen betragen	„	1,403. 90
Es ergibt sich demnach ein Passiv-Saldo von	Fr.	75. —

Reservefonds.

Derselbe blieb im Rechnungsjahr unverändert, nämlich Fr. 27. 26

G. Huber.

Forschungen auf dem Gebiete der Spektralanalyse.

Vorgetragen in der Sitzung vom 10. Januar 1891.

Erhitzt man einen festen Körper, so gerathen die kleinsten Theilchen desselben in immer raschere und raschere Schwingungen, diese bringen den umliegenden Aether in Mitschwingungen, die Aetherschwingungen pflanzen sich nach allen Seiten geradlinig fort und wenn dieselben unsere Gefühlsnerven treffen, so erregen sie das Gefühl der Wärme, es sind dunkle Wärmestrahlen, die von dem heissen Körper ausgehen, und diese Wärme heisst *strahlende Wärme*. Erhitzt man immer weiter, so wird die Wärmestrahlung immer intensiver und es tritt der Moment ein, wo die Schwingungen so rasch werden, dass sie auf unser Auge wirken, der Körper fängt an zu glühen, d. h. er beginnt Licht auszusenden.

Nach dem *Gesetze von Draper* (New-York 1847), das später von Kirchhoff in ähnlicher Weise ausgesprochen wurde, beginnen *alle* festen Körper in dem Augenblicke Licht auszusenden, wo sie die Temperatur 525° C. erreicht haben und dieses zuerst ausgestrahlte Licht ist dunkelroth. Im Jahre 1887 hat nun Prof. Weber in Zürich gezeigt (und seither wurde es von Andern bestätigt), dass die Metalle schon bei einer Temperatur von ca. 400° C. Licht aussenden und dass die Glühtemperatur bei verschiedenen Körpern ungleich hoch liegt. Nach Draper beginnt die Lichtemission mit dunkelroth, welches Licht, durch das Prisma zerlegt, ein Spektrum erzeugt, das nur Strahlen geringer Brechbarkeit, vorherrschend Roth, enthält, um sich bei steigender Temperatur des glühenden Körpers in *einseitiger* Richtung gegen das Violett, zum vollständigen Spektrum zu entwickeln. Die neuen Untersuchungen zeigen, dass diese Erscheinung wesentlich anders verläuft. Das Glühen der festen Körper beginnt mit der Aussendung eines Lichtes, dessen Farbe von Weber durch «düsternebelgrau» be-

zeichnet wurde, bei steigender Temperatur wird dieses Grau immer heller, bis die eigentliche Rothgluth eintritt.

Das Spektrum des ersten grauen Lichtes besteht aus einem grauen Streifen an der Stelle, wo im vollständigen Spektrum die gelbgrünen Strahlen liegen und mit steigender Temperatur entwickelt sich dasselbe nach *beiden* Seiten, gegen Roth und gegen Violett, bis bei der Weissgluth der graue Streifen verschwunden ist und das Spektrum die sog. sieben Regenbogenfarben: roth, orange, gelb, grün, blau, indigo und violett ohne Unterbrechung zeigt. Ein solches vollständiges Spektrum heisst ein *kontinuirliches Emissionsspektrum*, es wird erzeugt von glühenden, festen und flüssigen Körpern und von glühenden Gasen unter hohem Druck.

Das kontinuirliche Emissions- oder Ausstrahlungsspektrum enthält aber nicht blos leuchtende, sondern auch dunkle Strahlen, welche nicht mehr auf unser Auge wirken, sei es, dass die Aetherschwingungen in denselben zu rasch, also die Wellenlängen zu kurz, sei es, dass die Schwingungen zu langsam, also die Wellenlängen zu gross sind. Die Brechbarkeit der letzteren ist geringer als diejenige der leuchtenden Strahlen, sie liegen daher vor den rothen Strahlen und heissen *ultra- od. infrarothe Strahlen*; die ersteren sind von grösserer Brechbarkeit als die leuchtenden Strahlen, sie liegen also jenseits des Violetts und heissen *ultraviolette Strahlen*. Das vollständige kontiunirliche Spektrum enthält daher 3 Theile:

1) Das leuchtende farbige Spektrum.

Die grösste Intensität desselben für unser Auge liegt im Gelb. Es ist eingeschlossen zwischen den Wellenlängen:

λ=760 $\mu\mu$ für die äussersten rothen Strahlen und

λ=390 $\mu\mu$ » » » violetten Strahlen

wobei $\mu\mu$ Milliontel Millimeter bedeuten.

2) Das ultraviolette Spektrum.

Um dieses Spektrum zu untersuchen, müssen Prisma und Linsen des Spektroskopes aus Bergkrystall verfertigt sein, weil Quarz die ultravioletten Strahlen durchlässt, während Glas dieselben absorbirt. Der Reichthum an ultravioletten Strahlen ist bei verschiedenen Lichtquellen verschieden, besonders reich an solchen sind das elektrische Bogenlicht und die Induktionsfunken. Diese Strahlen haben, wie die blauen und violetten die Eigenschaft Phosphorescenz zu erregen, man kann daher diesen dunkeln Theil des Spektrums dem Auge sichtbar machen mit einer mit phorphorescirender Substanz bestrichenen Platte.

Dasselbe ist möglich durch Fluorescenz. Hält man in den ultravioletten Theil des Spektrums eine fluorescirende Substanz, so beginnt dieselbe zu leuchten, z. B. eine Uranglasplatte schön grün; man kann auch das Spektrum direkt durch ein fluorescirendes Okular betrachten. Der beste Nachweis der ultravioletten Strahlen beruht auf ihrer Wirkung auf Silbersalze, indem sie, wie das blaue und violette Licht, in hohem Grade die Eigenschaft haben, dieselben zu schwärzen, sie heissen daher auch kurz chemische Strahlen. Aus diesem Grunde untersucht man die brechbarsten Theile des Spektrums mit der photographischen Platte, welche in der neuesten Zeit, als Bromsilber-Gelatineplatte eine äusserst hohe Empfindlichkeit erreicht. Mit derselben lässt sich das ultraviolette Spektrum auf eine Strecke verfolgen, die bedeutend länger ist als das sichtbare Spektrum, bis jetzt ungefähr bis zur Wellenlänge λ=180 $\mu\mu$. Das Sonnenspektrum reicht nicht so weit, es bricht bei λ=300 $\mu\mu$ scharf ab, weil die Strahlen grösster Brechbarkeit von der Erdatmosphäre stark absorbirt werden.

3) Das ultrarothe Spektrum.

Gegen das rothe Ende des sichtbaren Spektrums nimmt eine andere Wirkung der Strahlen, *die Wärme*, zu und setzt sich weit über dasselbe hinaus in den dunkeln Theil des Spektrums fort. Das ultrarothe Spektrum enthält also dunkle Wärmestrahlen, und um dasselbe zu untersuchen, müssen die optischen Theile des Spektroskopes aus Steinsalz verfertigt sein, welches alle Arten von Wärmestrahlen durchlässt. Um den ultrarothen Theil des Spektrums wahrnehmbar zu machen, benutzt man die von Bequerel entdeckte Eigenschaft der rothen und ultrarothen Strahlen, bereits bestehende Phosphorescenz auszulöschen. In neuester Zeit stellte Abney empfindliche photographische Platten her, mit denen man das rothe und ultrarothe Spektrum ebenso gut photographisch, mit allen Einzelheiten aufnehmen kann, wie dies für die brechbaren Theile des Spektrums schon längst möglich ist. Neuerdings hat Lommel beide Methoden mit Erfolg kombinirt. Der Nachweis der Wärmestrahlung geschieht mit einem empfindlichen Thermoskop in Verbindung mit einem feinen Galvanometer. In neuester Zeit hat Langley auf dem Alleghany - Observatorium ein noch empfindlicheres Instrument verwendet, das sog. Bolometer. Dasselbe hat die Anordnung einer Wheatstone'schen Stromverzweigung und beruht auf der Veränderung des elektrischen Leitungswiderstandes mit der Temperatur. Mit einem empfindlichen Galvanometer kombinirt, zeigt das Bolometer noch ein Milliontel eines Celsiusgrades an.

Mit Hilfe des Bolometers konnte Langley bis jetzt das ultrarothe Spektrum verfolgen bis zu einer Länge, die gleich ist der zwanzigfachen Länge des sichtbaren Spektrums, bis zur Wellenlänge $\lambda=28\,\mu$. (μ bedeutet Tausendstel Millimeter) und es ist wohl möglich, dass weiterhin ein kontinuirlicher Uebergang stattfindet zu den elektrischen Wellen, deren Länge sich nach cm., dm., m. und km. berechnet. Das Sonnenspektrum erstreckt sich nicht so weit, weil die Erdatmosphäre die Wärmestrahlen theilweise absorbirt; nach Angström rührt die Absorption namentlich von der in der Luft enthaltenen Kohlensäure und dem Wasserdampfe her, die Absorption der Kohlensäure im Ultraroth besteht aus zwei gesonderten Gebieten, deren Maxima bei $\lambda=2{,}60\,\mu$ und $\lambda=4{,}32\,\mu$ liegen. Im Normalspektrum der Sonne liegt das Maximum der Wärmestrahlung bei $\lambda=0{,}62\,\mu$, worauf sie ziemlich rasch abnimmt und nach $\lambda=3\,\mu$ ganz verschwindet.

Je kälter ein Körper ist, desto längere Wellen sendet er im Allgemeinen aus, Strahlen von der Wellenlänge $\lambda=28\,\mu$ liefert etwa schmelzendes Eis.

Langley hat in den Jahren 1884—1887 mit seinem Bolometer die Wärmevertheilung im Spektrum des Mondes untersucht, es war dies eine höchst schwierige Arbeit. Seit John Herschel war man der Ansicht, dass ein Punkt der Mondoberfläche unter der vierzehntägigen Sonnenbestrahlung, die durch keine Atmosphäre und durch keine Wolkenbildung gehindert ist, eine sehr hohe Temperatur erreichen werde, welche diejenige des siedenden Wassers übersteige. Die bolometrische Untersuchung hat nun gezeigt, dass das Maximum der Wärmestrahlung des Mondes ganz am Ende des ultrarothen Spektrums liegt, bei den Wellenlängen 10—20 μ. Dieses Resultat lässt also schliessen, dass die Temperatur der Mondoberfläche unter dem Einflusse der Sonnenstrahlung nicht sehr von derjenigen des Gefrierpunktes unseres Wassers entfernt sein kann. Aus Langleys Beobachtungen während einer Mondfinsterniss ergiebt sich ferner, dass der Mond keine eigene Wärme hat und seine Wärmestrahlung nur durch absorbirte Sonnenwärme bedingt ist.

Nimmt man die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes zu 300 000 km. an, so sind die Schwingungszahlen, d. h. die Anzahl der Schwingungen, welche ein Aethertheilchen in der Sekunde macht, für die betrachteten Grenzstellen folgende:

Für die äussersten ultrarothen Strahlen $\lambda=28\,\mu$. Schwingungszahl n=11 Billionen.

Für die äussersten rothen Strahlen λ=760 $\mu\mu$. Schwingungszahl n=770 Billionen.

Für die äussersten violetten Strahlen λ=390 $\mu\mu$. Schwingungszahl n=395 Billionen.

Für die äussersten ultravioletten Strahlen λ=180 $\mu\mu$. Schwingungszahl 1600 Billionen.

In der Akustik bezeichnet man einen Ton, der doppelt so viel Schwingungen macht als ein anderer, die Oktave desselben. Ueberträgt man diese Bezeichnung auch auf die hier in Betracht kommenden Aetherschwingungen, so umfasst das bis jetzt bekannte Spektrum, Wärme-, Licht- und chemische Strahlen zusammengenommen, etwas mehr als 7 Oktaven, von welchen das sichtbare Spektrum nicht ganz *eine* Oktave einnimmt. Der tiefste Ton, welchen das Ohr noch wahrzunehmen im Stande ist, macht in der Sekunde etwa 10, der höchste etwa 40,000 Schwingungen, in diesem Intervall liegen etwas über 12 Oktaven. Das menschliche Ohr umfasst also 12 Oktaven, während das Auge nicht ganz eine Oktave zu empfinden vermag.

Eine 2te Art von Emissionsspektra sind:

Die Linien- u. Banden- oder kannelirte Spektra.

Diese Spektra bestehen aus farbigen, hellen, durch dunkle Zwischenräume von einander getrennten Linien oder Banden; sie werden erzeugt durch glühende Gase und Dämpfe bei gewöhnlicher Dichtigkeit.

Führt man die Spektra zurück auf Bewegung, welche von den Molekülen resp. Atomen des Körpers ausgehen, so muss die Natur und Intensität der Schwingungen von dem Bau der Moleküle und den Kräften abhängen, welche zwischen den in ihnen enthaltenen Atomen wirken. Man schreibt die Linienspektra den einzelnen Atomen, die Bandenspektra den Molekülen zu.

Jeder chemisch definirte Körper, jedes Element und jede Verbindung hat daher ihr eigenes, bestimmtes Spektrum, welches bei derselben Temperatur und bei demselben Drucke immer dasselbe bleibt. Das Verbindungsspektrum lässt sich natürlich nur dann beobachten, wenn die Verbindung bei der Temperatur, bei der die Lichtemission ihres Dampfes stattfindet, noch existirt, d. h. wenn sie nicht durch chemische Processe, wie sie sich z. B. in der Flamme abspielen, in die Atome zerlegt wird.

Das Glühen der Dämpfe und Leuchten der Gase wird auf verschiedene Weise zu Stande gebracht, weil die Temperatur, bei welcher

sich die einzelnen Stoffe verflüchtigen lassen, sehr verschieden ist. Während für manche z. B. Kalium, Natrium, schon die Hitze einer gewöhnlichen Weingeistflamme ausreicht, muss für andere, besonders die schweren Metalle und deren Verbindungen, die Hitze des elektrischen Funkens oder des galvanischen Flammenbogens angewendet werden. Je nach der Art und Weise, welche von diesen 3 Methoden der Verdampfung in Anwendung kommt, unterscheidet man drei Arten von Spektra: Flammen-, Funken- und Flammenbogenspektra. Wir wollen dieselben noch kurz einzeln betrachten.

1) Flammenspektra.

Linienspektra, die mit der lichtlosen Flamme des Bunsenbrenners erhalten werden, sind die der Alkalien und alkalischen Erden: Kalium, Natrium, Lithium, Strontium, Calcium, Barium, Cäsium, Rubidium und diejenigen von Kupfer, Blei, Mangan, Thallium, Indium, und zwar am leichtesten, wenn man die leichtflüchtigen Chlorverbindungen dieser Metalle anwendet. Die Anzahl der Linien ist bei den meisten verhältnissmässig gering, Natrium z. B. zeigt eine hellgelbe Linie, λ=589,2 $\mu\mu$, die bei starker Zerstreuung der Prismen des Apparates sich in zwei Linien auflöst. Das Licht des glühenden Natriumdampfes ist also monochromatisch; Kalium erzeugt eine dunkelrothe Linie λ=768 $\mu\mu$ und eine schwache violette λ=404 $\mu\mu$; Thallium eine einzige grüne Linie λ=535 $\mu\mu$, durch welche es im Blei entdeckt wurde, u. s. w.

2) Funkenspektra.

Für die Schwermetalle Eisen, Nickel, Zink, Silber u. s. w. muss die grössere Hitze des elektrischen Funkens angewendet werden, um dieselben in Dampf überzuführen. Die Funken werden erzeugt durch einen Funken-Induktor und verstärkt durch einen eingeschalteten Condensator, sie schlagen vor der Spalte des Spektroskopes zwischen zwei Spitzen des betreffenden Metalls über, verdampfen dabei einen Theil desselben und erzeugen ein intensives Spektrum. Oder man wendet eine Lösung des Metallsalzes an und verflüchtigt dieselben durch Induktionsfunken, die zwischen zwei Platinspitzen überschlagen. In beiden Fällen erhält man neben dem Spektrum des verdampften Metalles auch dasjenige des Gases, in welchem die Funken überspringen, dieses muss besonders untersucht und von dem ganzen Spektrum in Abzug gebracht werden. Die Anzahl der Linien ist meist gross.

3) Flammenbogenspektra.

Die höchsten Hitzegrade, welche der zwischen zwei Kohlenspitzen erzeugte galvanische Flammenbogen giebt, wendet man an, um von einem Metalle ein möglichst vollständiges, intensives Spektrum zu erhalten, zum Zwecke objektiver oder photographischer Darstellung.

Das elektrische Kohlenbogenlicht für sich allein gibt das Spektrum der *Kohle*, das früher Kohlenwasserstoffen zugeschrieben wurde. Ausser dem Linienspektrum wird der Kohle heute allgemein, mit Ausnahme der französischen Spektroskopisten, ein Bandenspektrum zugeschrieben, welches Swan'sches Spektrum heisst. Dasselbe besteht aus fünf, aus einzelnen, nahe beisammen stehenden Linien zusammengesetzten Banden mit den Wellenlängen λ=618,7—595,4 $\mu\mu$; λ=563,3—542,5 $\mu\mu$; λ=516,4—508,2 $\mu\mu$; λ=473,6—467,7 $\mu\mu$, u. λ=428,1—423,2 $\mu\mu$. Jede dieser Linien ist nach dem Roth hin scharf begrenzt, gegen das Violett verwaschen. Ausser diesen Banden sind im elekrischen Kohlenbogenlicht noch weitere im Blau, Violett und Ultraviolett vorhanden, welche häufig neben den andern auftreten, sie werden namentlich von Liveing und Dewar dem *Cyan*, einer Kohlen-Stickstoffverbindung zugeschrieben, während andere z. B. Lockyer und Vogel sie für ein höherer Temperatur angehörendes, zweites Bandenspektrum der Kohle selbst halten. Ueberhaupt wurden über kein Element mehr Versuche ausgeführt und über kein anderes herrschen noch so viele Zweifel, als über die Kohle.

4) Gasspektra.

Um das Spektrum eines Gases, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff u. s. w. zu erhalten, schliesst man dasselbe in sehr verdünntem Zustande in einer Glasröhre, einer sogenannten Geissler'schen Röhre ein und bringt dasselbe durch hindurchschlagende Induktionsfunken zum Leuchten. Das Spektrum des Wasserstoffs z. B. zeigt vier Hauptlinien:

Eine intensiv rothe Linie, bezeichnet mit Hα, Wellenlänge λ=656,27 $\mu\mu$.

Eine grünblaue Linie bezeichnet mit Hβ Wellenlänge λ=486,13 $\mu\mu$.

» blaue » » » Hγ » λ=434,01 $\mu\mu$.

» violette » » » Hδ » λ=410,12 $\mu\mu$.

von denen die letzte nur schwer zu erkennen ist.

Sauerstoff und Stickstoff zeigen eine sehr grosse Anzahl von Linien und Banden; das Spektrum der trockenen atmosphärischen Luft ist identisch mit demjenigen des Stickstoffs. Die Kohlenwasserstoffe erzeugen alle dasselbe Bandenspektrum, welches sehr wahrscheinlich

dem Kohlenstoff selbst zukommt, es ist das bereits oben betrachtete; die drei Hanptbanden liegen im Grüngelb, Grün und Blau. Die Spektra der Kohle und des Wasserstoffes spielen eine grosse Rolle bei den kosmischen Lichtquellen, wie wir später sehen werden.

Das Leuchten verdünnter Gase in Geissler'schen Röhren beim Durchgang elektrischer Funken ist aber kein eigentliches Glühen, denn nach den Untersuchungen von Hasselberg und Wiedemann können stark verdünnte Gase unter dem Einflusse elektrischer Entladungen bei so niedriger Temperatur zum Leuchten gebracht werden, dass an ein Glühen gar nicht gedacht werden kann. Hasselberg brachte Luft bei tiefer Temperatur zum Leuchten, indem er den Induktionsstrom nicht direkt in die Geissler'sche Röhre einleitete, sondern mit Staniolbelegen nur äussere Ladung herbeiführte. Die Temperatursteigerung für jede Entladung in der Röhre betrug nur 10—15° C., so dass man bei der Unsicherheit der Messungen füglich die Frage stellen kann, ob unter solchen Umständen überhaupt eine messbare Temperatursteigerung vorgekommen ist. Dieses Leuchten verdünnter Gase heisst Elektrolumineszenz.

Lumineszenzerscheinungen überhaupt nennt Wiedemann solche Processe, bei denen das normale Verhältniss zwischen translatorischer und intramolekularer Bewegung nicht vorhanden, bei denen die Strahlung eine irreguläre ist, also Leuchten stattfindet bei einer Temperatur, die noch weit unter der Glühtemperatur des lumineszirenden Körpers liegt. Ausser der Elektrolumineszenz gehört zu diesen Erscheinungen noch die Photolumineszenz, nämlich Fluoreszenz und Phosphoreszenz.

Das Phosphoreszenzlicht trifft man in der unorganischen wie in der organischen Welt an, bei Mineralien wie bei Insekten, Fischen, Mollusken und Vegetabilien; das Spektrum desselben ist ein kontinuirliches oder es besteht aus hellen Banden von verschiedenen Farben.

Schon früher nahm man allgemein an, dass das Phosphoreszenzlicht der Leuchtkäfer keine dunkeln Wärmestrahlen enthalte, weil das Spektrum derselben schneller als dasjenige der gebräuchlichen Lichtquellen nach dem rothen Ende zu abfällt, doch wurde diese Annahme erst im vergangenen Jahre zur Gewissheit erhöben, durch die sorgfältigen Messungen der Herren Langley und Very, die sie auf dem Alleghany-Observatorium an lebenden Exemplaren eines grossen Leuchtkäfers (Pyrophorus noctilicus) aus Cuba ausführten. Das Spektrum dieses Leuchtkäfers besteht aus einem breiten Lichtband im Gelb und

Grün, das sich nur wenig noch ins Orange und Blau ersteckt, es ermangelt der sichtbaren rothen Wärmestrahlen. Um aber zu entscheiden, ob auch dunkle Wärmestrahlen vorhanden sind, untersuchte Langley das ultra rothe Spektrum mit seinen empfindlichen Bolometern und fand, dass dies *nicht* der Fall, dass die von diesem Leuchtkäfer ausgestrahlte Wärme, nach Abzug der durch seine Körperwärme bedingten, äusserst gering ist.

Das Luminescenzlicht also, sowohl das durch Elektroluminescenz in Geissler'schen Röhren, als auch das durch Phosphorescenz erzeugte, erweist sich als das *vortheilhafteste* Licht, denn es ist eine Lichtentwickelung *ohne* gleichzeitige unnöthige Wärmeentwicklung, d. h. ohne unsichtbare Wärmestrahlen. Keine der bisherigen künstlichen Lichtquellen erfüllt diese Forderung. Am grössten ist der Verlust an Energie bei den Lichtquellen niedriger Temperatur, wie bei der Kerze, Petroleumlampe und Gasflamme, bei denen er über 99% beträgt. Bei den Lichtern höherer Temperatur, wie beim Glühlicht und dem elektrischen Bogenlicht, beträgt der Verlust etwas weniger, aber immerhin noch mehr als die Hälfte. Das Maximum der Energie liegt nämlich im Spektrum der Gasflamme bei der Wellenlänge von $\lambda = 1{,}6\ \mu$, beim elektrischen Bogenlicht bei $\lambda = 1{,}16\ \mu$, im Normalspektrum der Sonne bei $0{,}62\ \mu$ und im Leuchtkäferspektrum bei $0{,}57\mu$, also ganz im leuchtenden Theile desselben.

Die obigen Messungen Langleys zeigen also, dass die Natur in den Leuchtkäfern das billigste Licht hervorbringt, mit einem etwa vierhundertsten Theil der Kosten an Energie, die in der Kerzenflamme verbraucht wird und mit einem nur unbedeutenden Theile der Kosten des elektrischen Lichtes. Da nun Zoologen und Physiker annehmen, dass das Licht der Leuchtkäfer nicht unzertrennlich an einen sog. Lebensprocess gebunden, sondern als Resultat gewisser chemisch-physikalischer Vorgänge zu betrachten ist, so ist die Hoffnung vorhanden, dass einst die industrielle Herstellung eines solchen Lichtes gelingen wird, jedenfalls werden diese verbesserten Lichtquellen in der grossen Gruppe der Luminescenz-Erscheinungen zu suchen sein.

Eine Elektroluminescenzerscheinung in grossem Maassstabe ist nach neuerer Theorie das *Nordlicht*. Bekanntlich nimmt man an, die Sonne sei ein elektrischer Körper, welcher auf die Glieder des Sonnensystems elektrische Wirkungen ausübt. Diese elektrische Fernewirkung ist um so grösser; je thätiger die Sonne ist, dies offenbart sich am auffallendsten im Auftreten von Sonnenflecken und mit diesen erreichen

die Nordlichter ihr Maximum an Häufigkeit und Intensität. Die durch die Sonne erzeugte Elektricität bedingt nun in den obersten verdünnten Luftschichten der Erdathmosphäre elektrische Entladungen, die unter Lichterscheinungen stattfinden, ähnlich wie in Geissler'schen Röhren. Vogel sieht daher das Nordlichtspektrum als eine Modifikation des Luftspektrums an, dasselbe stimmt nur desshalb nicht mit dem Luftspektrum überein, weil die elektrischen Entladungen in den höchsten Luftschichten bei so tiefer Temperatur stattfinden, wie wir sie in den Geissler'schen Röhren nicht herstellen können. Doch konnte Hasselberg bei dem oben erwähnten Versuche im Luftspektrum bereits 3 Nordlichtlinien nachweisen und Wüllner hat 1889 in demselben, bei Anwendung einer weiten Röhre mit Längsdurchsicht, die grüne Nordlichtlinie λ=557 $\mu\mu$ gefunden.

Eine weitere Elektrolumineszenzerscheinung ist sehr wahrscheinlich das Eigenlicht der Kometen. Das Spektroskop hat gezeigt, dass die Lichterscheinung der Kometen ganz ähnlich ist derjenigen, welche man an den Geissler'schen Röhren, durch welche elektrische Entladungen gehen, beobachtet. Dass die Dämpfe, welche den Hauptbestandtheil des Kometen bilden, eine sehr geringe Dichte und tiefe Temperatur besitzen, ist durch verschiedene Thatsachen bestätigt. In neuester Zeit hat A. Berberich die Helligkeitserscheinungen des Encke'schen Kometen, über den mehr als hundertjährige Beobachtungen vorliegen, mit den von R. Wolf gegebenen Epochen der elfjährigen Sonnenfleckenperiode verglichen. Dabei hat sich das merkwürdige Resultat ergeben, dass die Helligkeits-Maxima und Minima des Kometen zusammenfallen mit den Maxima und Minima der Sonnenthätigkeit. Alle diese und auch andere Thatsachen, so das Ausstossen eines Schweifes in der von der Sonne abgewendeten Richtung, bei der Annäherung zu derselben, sprechen dafür, dass die Sonne auch elektrische Wirkungen auf die Kometen ausübt, wobei die von der Sonne erzeugte Elektricität in den verdünnten Gasen des Kometen Entladungen bewirkt, welche das Luminescenzlicht verursachen. Auf die Spektralerscheinungen werden wir später zu sprechen kommen.

Kehren wir nun wieder zurück zu den Linienspektra.

Die Spektra der chemischen Stoffe erzeugen nicht nur helle, sondern auch dunkle aktive Linien, die mit den früher besprochenen Methoden nachgewiesen werden können. Die Metalle Cadmium, Zink und Aluminium sind besonders reich an ultravioletten Strahlen. Die äusserste bekannte ultraviolette Linie des Cadmiums liegt bei λ=214

$\mu\mu$, die des Zinks bei λ=202 $\mu\mu$ und die des Aluminiums (dreifach) λ=186 $\mu\mu$, die letztere liegt also ganz am Ende des bis jetzt bekannten Spektrums.

Im Spektrum eines Metalles erscheinen die farbigen Linien an bestimmten Stellen einer für jedes Spektroskop willkürlich gewählten Skala und eine und dieselbe farbige Linie hat im Vergleiche zu den übrigen in den verschiedenen Apparaten eine sehr ungleiche Stellung, je nach der zerstreuenden Kraft desselben. Dagegen ist die Wellenlänge jeder Linie eine feste, unveränderliche Grösse, die von dem angewendeten Apparate unabhängig ist. Aus diesem Grunde reduzirt man die Skalenangaben jedes Spektroskopes auf Wellenlängen; die Reduktion geschieht in der Weise, dass man mit einem Beugungsspektrum die Wellenlängen einer Anzahl der wichtigsten Linien bestimmt und mit Hülfe derselben für jedes Instrument eine Wellenlänge-Curve konstruirt, mit welcher für jede Stelle der Skala die zugehörige Wellenlänge auf graphischem Wege gefunden werden kann.

Schon Kirchhoff und Bunsen haben nachgewiesen, dass der Hitzegrad, bei dem ein Stoff verflüchtigt wird, Einfluss hat auf den Charakter des Spektrums, indem bei steigender Temperatur die Zahl und Helligkeit der Linien sich ändert, die Lage derselben aber ungeändert bleibt, das Spektrum nähert sich immer mehr dem kontinuirlichen, in welches es bei genügend hoher Temperatur übergeht. Natrium z. B. in der Flamme des Bunsenbrenners verdampft, strahlt einfarbig gelbes Licht aus, welches im Spektroskop eine gelbe Linie gibt; im elektrischen Flammenbogen treten eine ganze Reihe von Linien auf und Natriumdampf von der Temperatur 2500° C. strahlt weisses Licht aus von jeder Brechbarkeit, das ein kontinuirliches Spektrum erzeugt.

Zu ähnlichen Resultaten führten die Untersuchungen der Spektra glühender Gase, in welchen die Existenz von Spektra verschiedener Ordnung sich offenbarte. Bei hohem Drucke geht das Linienspektrum des Gases nach und nach in das kontinuirliche über; der Wasserstoff z. B. gibt bei einem Drucke von nicht ganz zwei Atmosphären, ein blendend helles kontinuirliches Spektrum.

Nach dem *chemischen Gesetze der Periodicität* von Mendelejeff und Lothar Meyer, lassen sich die Eigenschaften der Elemente und ihrer Verbindungen als periodische Funktionen der Atomgewichte darstellen. Schon bald nach Entdeckung der Spektralanalyse hat man desshalb begonnen zu versuchen, ob sich nicht auch eine solche Periodicität im Auftreten der Spektrallinien zeige, ob sich nicht die Linien

als harmonische Obertöne einer Grundschwingung darstellen liessen. Verschiedene angestellte Versuche führten aber nicht zum Ziele, bis Schuster 1880 die Möglichkeit einer solchen Darstellung mit Hülfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung nachwies und der erste, welcher dann ein wirkliches Gesetz für die Lage der Linien in einem Spektrum fand, war Balmer. Dieser zeigte im Jahre 1885, dass sich die Linien des Wasserstoffs aus der Grundschwingung $\lambda = 364{,}56$ durch die Formel $\lambda = 364{,}56 . \frac{n^2}{n^2-4}$ darstellen lassen, wenn man in derselben für n alle ganzen Zahlen setzt von $n = 3$ bis $n = 16$, die 4 Hauptlinien ergeben sich für $n = 3, 4, 5, 6$.

Zum Zwecke, auch für die Spektra der Metalle eine Gesetzmässigkeit für die Lage der Linien zu finden, untersuchten Kayser und Runge in Hannover in den Jahren 1887—1890 die Alkalien. Dieselben wurden in möglichst reinem metallischen Zustande im elektrischen Kohlenbogenlicht verdampft und die Wellenlängen der in grosser Anzahl auftretenden Linien sehr genau bestimmt, mit Hülfe eines, mit einem Rowland'schen Concavgitter erzeugten Beugungsspektrums. Das Gitter enthielt 790 Furchen auf einen Millimeter und hatte den Krümmungsradius 6,5 m. Die von ihnen erhaltenen Resultate sind in Folgendem angegeben:

Alle Alkalien besitzen eine Anzahl sehr leicht umkehrbarer Linien, die in Paaren auftreten, und berechnet werden können aus zwei Formeln von der Form $\lambda^{-1} = A + B n^{-2} + C n^{-4}$, in welchen A, B, C für jedes Element bestimmte Constante darstellen, und der Ordnungszahl n der Reihe nach die ganzzahligen Werthe $n = 3, 4, 5, \ldots$ bis zu einer bestimmten Grenze beizulegen sind; der reciproke Werth λ^{-1} der Wellenlänge bedeutet die Schwingungszahl. Diese Linien bilden die Hauptserie, mit Ausnahme von Lithium ist für ihre Linienpaare die Differenz der Schwingungszahlen der vierten Potenz der Ordnungszahl umgekehrt proportional. Die niedrigste existirende Ordnungszahl ist stets $n = 3$, nur bei Caesium ist das entsprechende Linienpaar nicht beobachtet, da es im Ultraroth liegt.

Ausser den Hauptserien haben die Alkalien Nebenserien, und zwar Rubidium, Lithium, Caesium deren zwei, Natrium und Kalium deren vier; je zwei Nebenserien sind kongruent, so dass sie auch als eine Serie von Paaren aufgefasst werden können. Die Linien der verschiedenen Nebenserien haben sehr deutlich verschiedenes Aussehen, indem die der einen Serie nur unscharf gegen Roth, die der andern unscharf

nach beiden Seiten sind. Die Linien der Nebenserien werden durch dieselbe Formel, nur mit verschiedenen Constanten A, B, C dargestellt. Die Schwingungsdifferenz aller aufeinander folgender Paare der Nebenserien ist für jedes Element die gleiche, und die Atomgewichte der Elemente wachsen ein wenig stärker als die Quadratwuzeln aus den Schwingungsdifferenzen.

Vergleicht man die verschiedenen Alkalien miteinander, so tritt ausser dem homologen Bau sehr auffallend hervor, dass sowohl die Haupt- als die Nebenserien mit wachsendem Atomgewicht nach der Seite der längeren Wellen, nach Roth, hinrücken, wie schon früher bekannt war. Für die im violetten Theile des Spektrums gelegenen Linien von Calcium, Strontium, Barium, Gallium, Indium, Thallium gilt dasselbe. Die Auffindung solcher Gesetzmässigkeiten ist noch immer mit grossen Schwierigkeiten verknüpft, da die Spektra der meisten Stoffe sehr komplizirt und mit der Temperatur veränderlich sind.

Anwendung der Linien- und Bandenspektra macht man zur chemischen Analyse, indem in Gemischen aus verschiedenen Metallsalzen die einzelnen Metalle sich leicht und sicher erkennen lassen aus ihren bestimmten, charakteristischen Linien. Diese Methode bietet die Vortheile, dass sie schnell ausgeführt, bequem und sehr empfindlich ist. Die empfindlichste spektroskopische Reaktion zeigt Natrium, von dem noch ein $\frac{1}{3.000.000}$ eines Milligrammes nachgewiesen werden kann. Vermittelst dieser Analyse sind seit dem Jahre 1860 schon verschiedene neue chemische Elemente, wie Caesium, Rubidium, Thallium, Indium, Gallium, Samarium, Scandium entdeckt worden.

Der *quantitativen chemischen Analyse* wurde durch die neuen Untersuchungen von Hartley eine ganz neue Bahn geöffnet, mit Hilfe der Spektralphotographie, indem er die Funkenspektra von Lösungen bei Anwendung von Graphitelektroden photographirte. Die Methode ist sehr empfindlich in Bezug auf die einzelnen Metalle, sie verspricht für die quantitative Analyse von grossem Vortheil zu werden, da jede Lösung bei gegebener Bedingung ein bestimmtes Spektrum liefert. Für Magnesium z. B. ist die Empfindlichkeit unbegrenzt, man kann bei bestimmter Funkenstrecke noch $\frac{1}{10.000.000}$ mgr. auffinden, bei Vergrösserung derselben lässt sich die Empfindlichkeit noch um das 10,000fache steigern. Dabei haben, mit nur wenig Ausnahmen, die nichtmetallischen Bestandtheile eines Salzes keinen Einfluss auf die Funkenspektra der Lösungen.

Eine der wichtigsten Verwendungen, welche das Spektroskop in der Technik gefunden hat, ist diejenige bei der Bereitung des Gussstahls nach dem Bessemer-Prozess. Um Gussstahl zu erhalten wird dem Gusseisen sein Gehalt an Kohlenstoff entzogen, indem ein Luftstrom durch das in einem birnförmigen Gefässe, dem Convertor, enthaltene geschmolzene Eisen getrieben wird, der dabei die in diesem enthaltene Kohle oxidirt und verbrannt. Die Hitze des geschmolzenen Gusseisens ist so gross, dass die glühenden Dämpfe aller damit verbundenen Stoffe an der oberen Oeffnung der Bessemer-Birne in Gestalt einer Flamme emporschlagen. Untersucht man diese mit einem einfachen Spektroskop mit gerader Durchsicht, so sieht man, dass die Linien des Spektrums im Laufe des Prozesses der Erhitzung bedeutend und regelmässig sich ändern und diese regelmässige Aenderung der charakteristischen Linien gibt ein Mittel den Augenblick zu erkennen, in welchem die Oxidierung aufhören und das Gebläse abgestellt werden muss. Die richtige Erkennung dieses Momentes ist sehr wichtig, da ein Versehen um einen Bruchtheil einer Minute hinreichend sein kann, um 100 Zentner Gussstahl zu verderben.

Die dritte Hauptart von Spektra sind

Die Absorptionsspektra.

Geht weisses kontinuirliches Licht, bevor es durch ein Prisma zerlegt wird, durch ein durchsichtiges, festes, flüssiges oder gasförmiges Medium, so können einzelne Farben oder Strahlen von bestimmter Brechbarkeit in demselben verschluckt, absorbirt, werden. Diese fehlen dann in dem vorher kontinuirlichen Spektrum, so dass dasselbe nur einzelne Farben zeigt, oder dass es von dunklen Linien und Bändern durchzogen erscheint. Ein solches Spektrum, welches aus dunkeln Linien und Bändern auf hellem, farbigem Grunde besteht, heisst ein Absorptionsspektrum.

Lässt man z. B. ein Bündel weissen Sonnenlichtes durch eine rothe Glasplatte gehen, so absorbirt diese meist alle Farben mit Ausnahme des Roth; das Spektrum zeigt nur einen rothen Streifen. Durchsetzt das weisse Licht, bevor es ins Spektroskop tritt eine Flüssigkeit, z. B. einen Auszug des Chlorophylls (Blattgrün), so entsteht im rothen, gelben und grünen Theile des Spektrums je ein dunkles Band und das Blau und Violett verschwinden zum grössten Theil. Die grüne Chlorophyllösung absorbirt aber nicht jede Art von Roth und Gelb,

sondern nur rothe und gelbe Strahlen bestimmter Brechbarkeit, die übrigen Strahlen des weissen Lichtes lässt sie ungehindert durchgehen. Uebrigens ist das Aussehen des Spektrums sehr bedingt von der Concentration der Lösung und der Dicke der durchlaufenen Schicht.

Die grüne Farbe der Pflanzen ist nichts anderes, als der zurückgestrahlte Rest des weissen Sonnenlichtes, von dem in dem chlorophyllhaltigen Zellgewebe der Pflanzen die oben bezeichneten Strahlen absorbirt wurden; desshalb zeigt das von grünen Pflanzentheilen reflektirte Licht das Absorptionsspektrum des Chlorophylls.

Ein bekanntes Absorptionsspektrum ist dasjenige des Blutfarbstoffs (Oxyhämoglobin), welches in der gerichtlichen Medicin eine wichtige Verwendung gefunden hat.

Ziemlich frisches, stark mit Wasser verdünntes Blut zeigt im Gelb und im Anfange des Grün zwei dunkle Absorptionsbanden, die durch einen Streifen geschwächtes Grün getrennt sind, Blau und Violett sind fast ganz ausgelöscht. Diese Blutreaktion ist sehr empfindlich. Löst man getrocknetes Blut in Pulverform in Wasser, dass nur eine schwach gelbliche Lösung entsteht, so zeigt diese doch deutlich die beiden dunkeln Blutbänder. Ist die vom weissen Lichte durchlaufene Blutschicht dicker, so werden die Bänder dunkler, bei 1,5 cm. Schichtdicke zeigen sich noch deutliche Reste der Bänder, wenn das Auge im durchgelassenen Licht keine Färbung und höchstens im auffallenden eine Spur gelblichen Tones wahrnehmen kann. Mit einem empfindlichen Instrumente, dem Mikrospektroskop, hat Sorby noch $\frac{1}{1000}$ Gran Blutfarbstoff nachgewiesen. Die spektroskopische Reaktion des Blutes zeigt sich noch bei mehrere Jahre alten Blutflecken.

Mit dem Spektroskope lässt sich auch der Nachweis einer Kohlenoxydgasvergiftung leisten, wie solche z. B. öfter bei zu frühem Schliessen von Ofenklappen entstehen und häufig den Tod durch Ersticken zur Folge haben. Schüttelt man nämlich gewöhnliches, reines Blut mit etwas Schwefelammonium, so wird das Oxyhämoglobin zu Hämoglobin reduzirt und die beiden dunkeln Blutbänder vereinigen sich zu einem einzigen breiten, verwaschenen Streifen. Ist aber das Blut mit nur wenig Kohlenoxydgas imprägnirt, so vereinigen sich die beiden Blutbänder *nicht*. Auch diese Reaktion ist sehr empfindlich und zeigt sich noch lange Zeit nach dem Tode einer infolge von Kohlenoxydvergiftung verstorbenen Person. Ganz neulich hat man auch gefunden, dass Vergiftung durch Blausäure sicher durch das eigenthümliche Blutspektrum nachgewiesen werden kann.

Auch der Wein erzeugt dunkle Absorptionslinien. Sorby hat mit dem Mikrospektroskop aus der Anzahl und Lage dieser Linien das Alter und den Jahrgang des Weines innerhalb seiner zehn ersten Jahre mit Sicherheit bestimmt. Vogel hat mit einem gewöhnlichen Taschenspektroskop die Absorptionsspektra verschiedener Farbstoffe und die Anwendung derselben zur Entdeckung von Weinverfälschungen studirt, doch steht die spektroskopische Untersuchung des Weines bis jetzt der chemischen noch bedeutend nach, dasselbe ist der Fall bei dem Bier.

Von den Absorptionsspektra macht man ferner Anwendung in der Farbstofffabrikation und zur chemischen Analyse. Eine vollkommen farblose Lösung von Dydim z. B. gibt ein charakteristisches Absorptionsspektrum aus einer Reihe sehr scharfer dunkler Linien bestehend, welche sich bereits zeigen, wenn nur ganz geringe Mengen einer Dydimverbindung in der Lösung enthalten sind und zur Erkennung desselben führen.

Die grössten Triumphe aber hat die Spektralanalyse gefeiert auf dem Gebiete der Astronomie, in ihrer Anwendung zur

Untersuchung der Natur der Himmelskörper.

Eine Reihe der wichtigsten astronomischen Entdeckungen knüpft sich lediglich an die Benützung physikalischer Forschungsmethoden, besonders an die Spektralanalyse und an die Einführung der Photographie in die astronomische Beobachtungskunst. Auch die erstere hat sich die Photographie dienstbar gemacht, indem in neuester Zeit die Sternspektra am schärfsten und genauesten werden bei photographischer Aufnahme. Eine Reihe von Sternwarten beschäftigen sich gegenwärtig fast ausschliesslich mit Astrophysik, und es vergeht beinahe keine Woche, in der nicht neue Entdeckungen gemacht werden.

Die hier vorkommenden Spektra sind meist Absorptionsspektra und bei denselben handelt es sich fast ausschliesslich um die Absorption in Gasen und Dämpfen.

Das Kirchhoff'sche Gesetz: Das Verhältniss zwischen dem Emissions- und dem Absorptionsvermögen einer und derselben Strahlgattung ist für alle Körper bei derselben Temperatur dasselbe (für die Lumineszenzerscheinungen hat das Gesetz nur beschränkte Gültigkeit), lautet, auf die Gase und Dämpfe übertragen: Jedes Gas und jeder Dampf

absorbirt bei ihrem Durchgange genau diejenigen Lichtstrahlen, welche sie selbst in glühendem Zustande aussenden.

Der glühende Natriumdampf z. B. gibt als Spektrum unter gewöhnlichen Verhältnissen eine hellgelbe Linie, welche in einem stark zerstreuenden Spektroskope sich in zwei nahe beisammen stehende Linien auflöst, er strahlt also nur einfarbiges gelbes Licht aus. Lässt man nun das intensiv weisse Licht des elektrischen Flammenbogens, welches im Gesichtsfelde des Spektroskopes ein kontinuirliches Spektrum erzeugt, durch Natriumdampf hindurchgehen, so löscht der letztere aus dem weissen Lichte gerade nur diejenigen gelben Strahlen aus, welche er im glühenden Zustande selbst ausstrahlt, d. h. diejenigen an der Stelle der Natriumlinie; alle andern Strahlen dagegen, die rothen, orangefarbigen, die übrigen gelben, die grünen, blauen und violetten Strahlen gehen ungehindert und ungeschwächt hindurch. Im durchgelassenen Lichte fehlen daher jene gelben Strahlen und es entsteht genau an der Stelle der hellen Natriumdoppellinie eine *dunkle* Doppellinie im hellen kontinuirlichen Spektrum.

In derselben Weise konnten Kirchhoff und Bunsen durch Lithium-, Kalium-, Calcium-, Strontium- und Bariumdampf aus dem kontinuirlichen Spektrum genau dieselben hellen, farbigen Linien auslöschen und in dunkle verwandeln, welche von diesen Dämpfen selbst in der Glühhitze durch Ausstrahlung erzeugt werden. Cornu hat dieselbe Verwandlung der Linien auch für Blei, Silber, Zink, Kupfer und andere Metalle gezeigt.

Weil bei diesen Versuchen die hellen Linien der Gasspektra sich in dunkle verwandeln, dagegen die dunkeln Theile der Gasspektra von dem kontinuirlichen Spektrum des weissen Lichtes hell und farbig beleuchtet erscheinen, mithin das ganze Spektrum in Bezug auf die Beleuchtung umgekehrt erscheint, so nennt man die ganze Erscheinung nach Kirchhoff «die Umkehrung der Linien oder die Umkehrung des Spektrums». Diese Absorptionsspektra heissen daher auch Umkehrungsspektra. Die Umkehrung der Linien gelingt um so sicherer, je höher die Temperatur des weissglühenden Körpers, welcher das kontinuirliche Spektrum erzeugt, und je niedriger die des umkehrenden Dampfes ist.

Solche Umkehrungsspektra zeigen nun die meisten Himmelskörper. Aus der Anzahl und Lage der Absorptionslinien im Spektrum eines Gestirnes und aus der Uebereinstimmung — Coincidenz — dieser dunkeln Linien mit den hellen Linien im Spektrum bekannter

irdischer Stoffe, welche Coincidenz man nachweist durch gleichzeitige Uebereinanderlagerung beider Spektra, kann man schliessen, dass jene Stoffe in Dampfform als absorbirende Medien in der Atmosphäre des betreffenden Weltkörpers vorhanden sind und auf diese Weise lässt sich die chemische Natur desselben spektroskopisch bestimmen. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass auch die Erdatmosphäre, besonders der in ihr enthaltene Wasserdampf, eine grosse Anzahl von Absorptionslinien erzeugt, die besonders zu bestimmen und in jedem speziellen Falle von dem ganzen Spektrum zu subtrahiren sind. Der Lichtstrahl also, welcher der einzige Bote ist, der uns Kunde gibt von dem Dasein der uns sichtbaren unermesslich fernen Weltkörper, offenbart uns zugleich ihre physische Beschaffenheit.

Das grösste Interesse bot von jeher unsere Licht- und Wärmequelle,

Die Sonne.

Entwirft man durch ein stark zerstreuendes Prisma in einem dunkeln Zimmer auf einem weissen Schirm ein Spektrum der Sonne, so zeigt sich der helle, farbige Grund desselben durchzogen von unzählig vielen dunkeln Linien, deren wichtigste ihr Entdecker *Frauenhofer* (1814) mit den grossen Buchstaben des Alphabetes bezeichnet hat und die nach ihm Frauenhofer'sche Linien heissen. Von diesen dunkeln Linien liegen A, B und C im Roth, D im Gelb, E im Grün, F im Grünblau, G im Blau und die Doppellinie H im äussersten Violett. Die Linien A und B coincidiren mit Sauerstofflinien, C, F und eine vor G liegende Linie mit den Wasserstofflinien Hα, Hβ und Hγ, D mit der Natriumlinie und E, G und H mit Eisen- und Calciumlinien. Frauenhofer'sche inaktive Linien gibt es auch im ultrarothen und im ultravioletten Theil des Sonnenspektrums, die wichtigsten im letzteren sind mit K, L, . . . bis T bezeichnet; beide Theile lassen sich nach den früher angegebenen Methoden untersuchen.

Die Frauenhofer'schen Linien dienen als Marksteine im Sonnenspektrum, desshalb hat man die Wellenlängen derselben genau bestimmt, vermittelst eines, mit einem feinen Gitter erzeugten Beugungsspektrums.

Dieses hat vor dem prismatischen Brechungsspektrum den Vortheil, dass es unabhängig ist von dem fremden Einflusse, welchen die Natur der Substanz, aus welcher die Prismen bestehen, auf die Vertheilung der Farben ausübt. Angström in Upsala hat auf diese Weise die

Wellenlängen von beinahe tausend Frauenhofer'schen Linien bis auf ein Zehnmilliontel eines Millimeters genau bestimmt, eine grosse Anzahl der übrigen durch Interpolation berechnet und aus allen diesen Linien blos nach der Grösse ihrer Wellenlänge das Sonnenspektrum zusammengestellt, er nennt es mit Recht das normale Sonnenspektrum. Zu jeder neu gefundenen Linie kann sofort die Wellenlänge gefunden werden, wenn man dieselbe nach ihrer relativen Lage zu bekannten Linien in das Normalspektrum einträgt.

Kirchhoff stellte auf Grund seiner spektroskopischen Untersuchungen eine Theorie über die Beschaffenheit der Sonne auf, welche von den meisten Physikern anerkannt und durch weitere Forschungen vervollständigt worden ist.

Nach der Ansicht Kirchhoffs ist die Sonne ein in höchster Glühhitze befindlicher Ball. Der Sonnenkern ist von so hoher Temperatur und steht unter so hohem Drucke, dass eine Vorstellung von seinem Aggregatzustande kaum möglich ist. Jedenfalls aber ist die äusserste Schicht, welche den Sonnenrand bildet, gasförmig, von derselben aus findet hauptsächlich die Ausstrahlung von Energie und Licht statt, deshalb heisst sie die *Photosphäre*. In Folge der Ausstrahlung enthält sie glühende Condensationsprodukte, die cyrrhusartige Wolken bilden, welche also ein kontinuirliches Spektrum erzeugen. Auf diese folgt eine sehr dünne Schicht von Metalldämpfen, ihre Temperatur ist geringer als die der Photosphäre, in dieser Schicht findet die Absorption, also die Umkehrung der hellen Linien in dunkle, Frauenhofer'sche Linien statt, dieselbe ist sehr wahrscheinlich nur der oberste Theil der Photosphäre. Die Frauenhofer'schen Linien sind aber nicht absolut dunkel, denn sie empfangen das Licht, das die glühenden Metalldämpfe selbst ausstrahlen, nur ist dieses schwächer als dasjenige der Photosphäre, die Linien erscheinen daher nur dunkel aus Contrast gegen die hellere Umgebung.

Im Spektrum dieser Dampfschicht findet man die meisten der irdischen Metalle von geringem Atomgewicht: Natrium, Calcium, Barium, Mangan, Nickel, Zink, Eisen u. s. w., bei dem Eisen z. B. hat man die Coincidenz von etwa zweitausend Frauenhofer'schen Linien mit hellen Eisenlinien nachgewiesen, von Metallen mit hohem Atomgewicht hat man nur Blei gefunden. Bei einer totalen Sonnenfinsterniss blitzen im Momente der vollständigen Verfinsterung bei radial zur Sonne gestelltem Spalt die Metalllinien nur einen Augenblick hell auf, denn es kommt dann nur das Licht der glühenden Metalldämpfe in das

Spektroskop, bei Sonnenlicht können diese Linen nicht hell gemacht werden.

Auf diese dünne Schicht glühender Metalldämpfe folgt eine mächtige, 1000 — 1500 Meilen hohe Schicht glühender Gase, die wesentlich aus Wasserstoff besteht und die wegen ihrer röthlichen Färbung die *Chromosphäre* heisst. Richtet man die Spalte des Spektroskopes auf den äussersten Sonnenrand und wendet starke Zerstreuung an, um das noch in die Spalte gelangende diffuse Tageslicht abzuschwächen, so erhält man ein helles Linienspektrum derselben. Dieses Spektrum der Chromosphäre zeigt gewöhnlich die hellen Linien des Wasserstoffs, des Heliums und Coroniums, letztere noch zwei unbekannte Stoffe, welche sich in der äussersten Sonnenatmosphäre finden; das Helium offenbart sich durch eine gelbe Linie, nahe bei der Natriumlinie D, sie hat die Wellenlänge $\lambda = 587{,}6\ \mu\mu$ und das Coronium durch eine grüne Linie $\lambda = 531{,}7\ \mu\mu$.

Infolge heftiger Eruptionen und Strömungen, sog. *Protuberanzen*, wird die Chromosphäre zu ungeheuren Höhen 10—20.000 und mehr Meilen emporgerissen, in denselben werden auch die Dämpfe einiger Metalle mitgeführt, so dass die Linien derselben ebenfalls hell erscheinen. Von den 273 dabei beobachteten Linien gehören die meisten dem Eisen an, daneben kommen noch vor Natrium, Calcium, Barium, Titan, Mangan, Chrom und Magnesium. Bei weit geöffneter Spalte erhält man an Stelle jeder der Wasserstofflinien, in der Farbe der betreffenden Linie, ein Bild der ganzen Protuberanz, die manigfaltige Gestalten zeigt, wobei dieselbe photographirt werden kann.

Betrachtet man die Sonnenoberfläche durch ein mit einem Blendglas versehenes Fernrohr, so bemerkt man auf derselben meist einzelne dunkle und hellere Stellen, die ersteren heissen Sonnenflecke, die letzteren Sonnenfackeln; diese sind in den meisten Fällen die Begleiter der ersteren. Die Natur der Sonnenflecke, welche in der Häufigkeit ihres Auftretens nach R. Wolf eine elfjährige Periode befolgen, ist noch nicht vollständig aufgeklärt. Im Spektrum derselben sind die Absorptionslinien zahlreicher, breiter und dunkler als im Spektrum der übrigen Sonnenscheibe und zwar ist die Zahl der stark verbreiterten Metalllinien viel grösser im Minimumfleck, als in dem der Maximumsperiode (nach Perry und Cortie). Die verstärkte Absorption betrifft namentlich die Linien der Metalle Eisen, Calcium, Titan, Natrium, Barium und Mangan, so dass sich schliessen lässt, dass die den Sonnenfleck bildende Substanz vorzugsweise aus Dämpfen

jener Metalle bestehe, die in sehr verschieden dichten Schichten und in sehr verschiedenen Verhältnissen auftreten. Daneben spielt der Wasserstoff eine Hauptrolle, es zeigen sich manchmal die Linien desselben hell, von den über dem Fleck lagernden glühenden Gasmassen herrührend. Das Spektrum eines Sonnenfleckes ist ferner der Breite nach von dunkeln Banden durchkreuzt, welche beweisen, dass es innerhalb desselben ein Gebiet allgemeiner Absorption gibt, die sich auf alle Strahlen erstreckt. Dieses beweist ohne Zweifel, dass die Temperatur innerhalb des Fleckes niedriger ist als die der umgebenden Region der Sonnenoberfläche.

Nach der spektroskopischen Untersuchung lässt sich die Bildung eines Sonnenflecks dadurch erklären, dass nach einer heftigen Gaseruption, Protuberanz, die infolge der Expansion abgekühlten Gasmassen in die Photosphäre niedersinken und dampfförmige Niederschläge bilden, wobei vielleicht noch chemische Verbindungen stattfinden. Die schweren Theile dieser Niederschläge bilden an den Stellen grösster Verdichtung den Kern des Flecks, die weniger dichten Randtheile desselben den Halbschatten, die sog. Penumbra; aber auch der dampfförmige Kern lässt, obgleich er fast schwarz erscheint, noch sehr viel Sonnenlicht hindurch, denn ein solcher gibt noch immer ein Spektrum mit allen Einzelheiten des vollen Sonnenlichtes. Mit dieser Erklärung der Sonnenflecke stimmt auch die Erscheinung überein, dass die genannten Metalldämpfe, welche die stärkste Absorption verursachen, auch diejenigen sind, welche in den Protuberanzen in die Höhe gerissen werden.

Ueber das Vorkommen des Metalloides Stickstoff auf der Sonne ist man noch sehr im Zweifel. Auffallender Weise zeigen sich nämlich im Sonnenspektrum einige der früher erwähnten Cyanbanden und es war Lockyer, der zuerst darauf aufmerksam machte, dass unter den Frauenhofer'schen Linien sich die Cyanbande bei $\lambda = 422$ finde. Später wurden von Vogel und Andern noch weitere Cyanbanden gesehen, von derjenigen bei $\lambda = 388$ ist jede Kohlenlinie im Sonnenspektrum vertreten. Diese merkwürdige Thatsache ist noch nicht aufgeklärt. Da Cyan sich schon bei einigen 1000° dissocirt, während die Temperatur der Sonne viel höher angenommen wird, so kann es nicht die Kohlen - Stickstoffverbindung sein, die wir als Cyan bezeichnen und andererseits kann das schwere Cyangas nicht in der äussersten, kühleren Sonnenatmosphäre über dem leichten Wasserstoffgas schweben.

Der Sauerstoff offenbart sich im Sonnenspektrum durch eine Anzahl dunkler Frauenhofer'schen Linien A, B, α, . . . und eine

Reihe von Absorptionsbanden im Roth, Gelb, Grün, Blau u. s. w., die bisher noch nicht aufgelöst werden konnten. Bis zum letzten Jahre war man nicht sicher, ob die Entstehung derselben der absorbirenden Wirkung der Sonnen- oder derjenigen der Erdatmosphäre zuzuschreiben ist. Schon längst hat man nämlich die Wahrnehmung gemacht, dass die dunkeln Sauerstoffbanden bei hohem Stand der Sonne fehlen und nur beobachtet werden bei tiefem Stand, wo das Sonnenlicht einen weiteren Weg durch die Erdatmosphäre zurückzulegen hat, und dass auf Bergen die Intensität der Sauerstofflinien geringer ist als in der Ebene. Besonders verdient um die Lösung dieser höchst wichtigen Frage machte sich der Astronome Janssen. Als seine Beobachtungen im Jahre 1864 auf dem Faulhorn keinen entschiedenen Aufschluss gaben, operirte Janssen mit künstlichem Licht. Im Oktober 1864 liess er auf dem einen Ufer des Genfersees einen grossen Holzstoss anzünden, dessen Flamme in der Nähe beobachtet ein kontinuirliches Spektrum gab, auf dem andern Ufer dagegen beobachtet in einer Entfernuug von 21 km. traten dieselben dunkeln Linien auf, die Brewster im Spektrum der untergehenden Sonne beobachtet hatte. Um die Absorption des Wasserdampfes allein zu finden, untersuchte Janssen in seinem Laboratorium in Paris spektroskopisch das Licht, das durch einen 37 m. langen, mit Wasserdampf gefüllten Cylinder gestrichen war, es traten zwischen dem äussersten Roth und der D-Linie Gruppen von dunkeln Linien auf, welche denen der untergehenden Sonne ganz ähnlich waren. In neuester Zeit machte er noch Versuche über die Absorption der Erdatmosphäre zwischen dem Eiffelthurm als Lichtemissionsstation und dem Observatorium zu Meudon als spektroskopische Station. Im Jahre 1888 beobachtete Janssen das Sonnenspektrum auf Grands-Mulets am Mont-Blanc in einer Höhe von 3050 m., und endlich im August 1890 auf der Spitze des Mont-Blanc in einer Höhe von 4800 m., wobei besonders die letzteren Beobachtungen eine über Erwarten grosse Verminderung der Intensität der dunkeln Frauenhofer'schen Linien A, B, α und der Banden, welche dem Sauerstoff angehören, zeigten, die Liniengruppe B war ganz verschwunden. Aus allen den seinigen und den von Andern gemachten Beobachtungen zieht Janssen den Schluss, dass die Absorptionslinien und Banden des Sauerstoffs *unzweifelhaft* der Erdatmosphäre angehören und Sauerstoff in der Sonnenatmosphäre nicht zu finden sei, wenigstens *nicht* in dem Zustande, welcher ihn befähigt auf das Licht die Absorption auszuüben, die er in unserer Erdatmosphäre hervorbringt.

Das Auftreten der atmosphärischen Absorptionslinien im Sonnenspektrum gestattet mit Vortheil eine Anwendung in der *Meteorologie zur Wetterprognose.* Der Umstand, dass bei Zunahme des atmosphärischen Wasserdampfes die tellurischen Linien im Spektrum dunkler und breiter werden, besonders die Gruppen in der Nähe der D-Linie, lässt naturgemäss umgekehrt aus der Intensität der bekannten Wasserdampflinien, der sog. Regenbänder, auf die Luftfeuchtigkeit schliessen; je grösser aber die Luftfeuchtigkeit, um so grösser ist unter sonst gleichen Umständen die Neigung zu Niederschlägen. Zur Beobachtung dient ein gewöhnliches Spektroskop à vision directe. Das Spektroskop gewährt den Vortheil, dass es Aufschluss verschafft über die Gesammtabsorption des Wasserdampfes in der ganzen Linie vom Beobachter bis zur äussersten Grenze der Atmosphäre in der Richtung, nach welcher dasselbe gerichtet wird, also auch über jene Luftschichten, in welchen die Regenbildung stattfindet, während das Hygrometer, dessen sich die Meteorologen bedienen, nur Aufschluss gibt über die Luftfeuchtigkeit in der Umgebung des Instrumentes.

An der äussersten Peripherie der Sonnenatmosphäre befindet sich die *Corona*, ein in silberweissem Lichte strahlender Kranz von wechselnder Gestalt, der zur Zeit einer totalen Sonnenfinsterniss die schwarze Mondscheibe wie mit einem Heiligenschein umgibt. Das Hauptspektrum derselben ist ein schwaches, kontinuirliches, *ohne* Frauenhofer'sche Linien, die Corona besitzt also eigenes weisses Licht, Janssen, Draper und andere beobachteten aber auch Frauenhofer'sche Linien in demselben, was darauf hindeutet, dass sie auch Sonnenlicht reflektirt. Daneben zeigt das Spektrum der Corona noch einzelne helle Linien, deren Intensität, Zahl und Lage fast bei jeder totalen Sonnenfinsterniss wieder eine andere ist, unter diesen befindet sich gewöhnlich die helle, grüne Linie $\lambda = 531{,}7\ \mu\mu$, welche dem schon erwähnten unbekannten Stoffe Coronium angehört. Bei Gelegenheit der Sonnenfinsterniss von 1886 sah Dr. Schuster eine Reihe von Linien im Blau und Violett, deren Vergleichung mit den Linien irdischer Elemente ein negatives Resultat ergeben hat. Die stärkste Coronalinie war 1886 diejenige von der Wellenlänge 423,28 $\mu\mu$, die wahrscheinlich identisch ist mit der oft von Joung in der Chromosphäre gesehenen Linie $\lambda = 423{,}2\ \mu\mu$.

Die Natur der Corona ist noch nicht aufgeklärt, ziemlich sicher ist zunächst nur, dass die Ursache, welche eine elfjährige Periode der Sonnenflecken bedingt, in ähnlicher periodischer Art auch die Corona

beeinflusst. Das kontinuirliche Spektrum deutet darauf hin, dass neben gasförmigen Materien noch flüssige oder feste Theilchen, kosmischer Staub, vorhanden ist, welcher die Ausstrahlung des weissen Lichtes und die Reflexion des Sonnenlichtes bewirkt. Nach der einen Ansicht (Schuster, Joung) fallen die einzelnen Theilchen dieses Staubes als Meteore in die Sonne, oder kreisen als Meteorstaubring um dieselbe; nach einer andern Ansicht (Schäberle) wird diese feine, staubförmige Materie in Strömen von der Sonne selbst fortgeschleudert, durch Kräfte, welche senkrecht zur Sonnenoberfläche wirken.

Die Planeten unseres Sonnensystems zeigen das Sonnenspektrum mit den Frauenhofer'schen Linien; bei jedem einzelnen treten noch besondere dunkle Linien und Bänder hinzu, die durch Absorption entstehen bei der Reflexion des Sonnenlichtes in der Atmosphäre und an der Oberfläche des betreffenden Planeten, nur bei den beiden äussersten Planeten, *Uranus* und *Neptun*, lassen sich wegen der grossen Lichtschwäche des Spektrums die Frauenhofer'schen Linien nicht erkennen, dagegen mehrere dunkle Banden. Taylor zu Ealing glaubt in ihrem Spektrum helle Streifen gefunden zu haben, so dass er diesen beiden Planeten, sowie auch Jupiter, ein geringes Selbstleuchten zuschreibt. In den Spektra der grossen Planeten, Merkur, Venus, Mars, Jupiter etc., treten eine Anzahl tellurischer Absorptionslinien und Bänder auf, welche auf das Vorhandensein von Wasserdampf in ihren Atmosphären schliessen lassen, insbesondere lassen die spektroskopischen Beobachtungen erkennen, dass Mars eine Atmosphäre besitzt, deren Beschaffenheit von derjenigen der Erdatmosphäre nur wenig abweicht. Das Spektrum des Mondes ist in vollkommenster Uebereinstimmung mit dem der Sonne, es muss aus dieser Abwesenheit von besonderen Absorptionslinien der Schluss gezogen werden, dass der Mond keine Atmosphäre hat, die sich in unsern Spektroskopen durch Absorptionslinien bemerklich macht. In den Atmosphären des Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun ist ein noch unbekannter Stoff vorhanden, der sich durch starke Absorption gewisser rother Strahlen dokumentirt.

Das Spektrum der Fixsterne.

Aehnlich wie unsere Sonne zeigen die Fixsterne Umkehrungsspektra und durch Vergleichung mit den Linien irdischer Elemente findet man, dass sie im wesentlichen auch dieselbe chemische Zusammensetzung haben. Die Messung und Einzeichnung der Spektrallinien der

Fixsterne ist eine sehr mühevolle und subtile Arbeit, diese wurde nun bedeutend vereinfacht und viel genauer, nachdem es gelang, die Spektra direkt auf photographischem Wege aufzunehmen. Je nach der Zahl, Intensität und Breite der dunkeln Linien theilt man dieselben in verschiedene Klassen und Gruppen ein.

Die Eintheilung des italienischen Astronomen Secchi umfasst vier Haupttypen, diesen schliesst sich ein fünfter Typus an, aus wenigen Sternen bestehend, in deren Spektrum die Wasserstofflinien hell erscheinen.

Die Eintheilung von Vogel in Potsdam, die von den meisten Gelehrten acceptirt ist, enthält drei Klassen mit Unterabtheilungen, wobei die dritte Klasse den dritten und vierten Secchi'schen Typus vereinigt umfasst.

I. Klasse. Meist weisse Sterne. Die Metalllinien sind äusserst schwach oder sie sind gar nicht zu erkennen, die brechbareren Theile des Spektrums sind besonders intensiv. Die Sterne dieser Klasse besitzen die höchst vorkommenden Temperaturen.

a. Die dunkeln Wasserstofflinien sind breit und intensiv (Sirius, Wega).

b. Die dunkeln Wasserstofflinien fehlen (β, γ, δ, ε Orionis).

c. Die Wasserstofflinien und die Heliumlinie erscheinen hell; nur einzelne wenige Sterne (β Lyrae, γ Cassiopejae).

II. Klasse. Meist gelbliche Sterne, vom Typus unserer Sonne. Die Metalllinien treten sehr deutlich auf, die brechbareren Theile des Spektrums sind matt gegenüber der Klasse I, in den weniger brechbaren Theilen zuweilen schwache Banden.

a. Die sehr zahlreichen Metalllinien besonders intensiv im Gelb und Grün, Wasserstofflinien meist kräftig (Capella, Arcturus Aldebaran).

b. Ausser den dunkeln Linien und einzelnen schwachen Bändern noch mehrere helle Linien (T Coronae).

III. Klasse. Enthält die röthlichen Sterne und die sehr lichtschwachen Sterne unter sechster Grösse. Die Spektra zeigen nebst dunkeln Linien, noch zahlreiche dunkle Bänder in allen Theilen des Spektrums. Die brechbareren Theile sind auffallend schwach, die Sterne dieser Klasse enthalten dichte Atmosphären.

a. Die auffallendsten Bänder sind nach dem Violett zu dunkel und scharf begrenzt, nach dem Roth zu schwach und verwaschen (α Herculis, α Orionis).

b. Die dunkeln breiten Bänder sind umgekehrt wie bei a., gegen das Roth scharf begrenzt und gegen das Violett verwaschen. (Nur schwächere Sterne bekannt.)

Die Wasserstofflinien vieler Sterne der Klasse I a sind in der Mitte keineswegs absolut dunkel, vielmehr findet dort eine merkliche Lichtwirkung statt, die unter Umständen so weit gehen kann, wie z. B. bei ξ Orionis, dass die sehr breiten und verwaschenen Linien sich kaum noch von dem kontinurlichen Spektrum abheben. Es ist klar, dass die bisher unbekannte Erscheinung einen Uebergang zu den bis jetzt ganz isolirt dastehenden Spektren der Gruppe I c bildet, in welchen die Wasserstofflinien und D_3 (Helium) hell auftreten, indem sich zwischen Typus I c und I a durch geeignete Wahl der Individuen dieselbe Brücke bilden lässt, wie zwischen I a und II a. Und gerade wie im letzteren Falle dieser Uebergang erklärt ist durch eine allmählige Abkühlung, durch einen Prozess also, der allen Sternen gemeinsam ist, so gilt diese Erklärung auch für den Uebergang von I c zu I a, so dass wir zu dem Schlusse geführt werden, dass der Typus I c dem Anfangsstadium der Sternentwicklung näher steht als I a. Ausser den oben erwähnten Kennzeichen der Spektra der Fixsterne besitzen viele derselben noch besondere Eigenthümlichkeiten, auch lassen sich die Spektra der verschiedenen Typen nicht scharf von einander trennen, sondern es lassen sich ungefähr alle Sterne mit ihren Spektra in eine Reihe unterbringen, in welcher die nebeneinanderliegenden Spektra kaum von einander verschieden sind. Nur die Sterne des vierten Secchi'schen Typus, oder III b, Sterne unter sechster Grösse, deren Spektrum im Wesentlichen aus drei hellen durch dunkle Zwischenräume getrennten Bändern besteht, im Gelb, Grün und Blau, reihen sich nicht an, die Sterne dieses Typus haben keine Aehnlichkeit mit den andern; ihre Anzahl ist gering.

Die Spektra gewähren ein ausgezeichnetes Mittel, um die Energie der verschiedenen Wellenlängen bei Sternen von verschiedenem Typus zu studieren. Bereits sind befriedigende Messungen zu diesem Zwecke angestellt worden, und es steht zu hoffen, dass es möglich sein wird, sie auf absolutes Maass zu reduciren durch Vergleich mit den Resultaten, welche mittels des Bolometers für die Vertheilung der Energie im Sonnenspektrum erhalten worden sind.

Eine Erscheinung eigener Art sind

Die neuen oder temporären Sterne.

Von Zeit zu Zeit, aber immer nur in sehr grossen Intervallen, sieht man plötzlich am Himmel einzelne Sterne aufflammen, dann aber in kürzerer oder längerer Zeit wieder verschwinden. Nach einer Zusammenstellung von A. v. Humboldt lassen sich in den letzten 2000 Jahren nur 21 solche Ereignisse verzeichnen, von denen die berühmtesten sind der Stern in der Cassiopeja von Tycho de Brahe (1572), der an Glanz der Venus gleich kam und nach 17 Monaten spurlos dem blossen Auge verschwand, und der von Kepler (1604) am rechten Fuss des Schlangenträgers beobachtete, der an Glanz Jupiter übertraf und nach 15 Monaten teleskopisch wurde. Eine charakteristische Eigenthümlichkeit aller dieser Sterne ist, dass sie meist sehr rasch an Lichtstärke gewinnen, aber langsam und unregelmässig abnehmen.

Auch in neuester Zeit, seit Kenntniss der Spektralanalyse, sind einige solche Ereignisse eingetreten. In der Nacht vom 12. Mai 1866 wurde ein neuer heller Stern in der nördlichen Krone zum ersten Mal beobachtet, am 24. November 1876 ein solcher im Schwan und 1885 ein dritter im Andromeda Nebel, alle drei nahmen rasch an Helligkeit ab.

Das Spektrum solcher neuer Sterne zeigt neben dem kontinuirlichen, von dunkeln Linien durchzogenen Spektrum, wie es die Sonne und die übrigen Sterne zeigen, noch eine Anzahl heller Linien, die vorherrschend dem Wasserstoff und Stickstoff angehören, es sind also auf diesen Sternen grosse glühende Gasmassen vorhanden. Ueber die Ursache dieses plötzlichen Aufleuchtens wusste man früher absolut keine Erklärung und auch gegenwärtig herrschen darüber noch verschiedene Ansichten. Unzweifelhaft handelt es sich nicht um Neubildung von Sternen, da in verschiedenen Fällen bereits vor dem Aufleuchten des Sternes an seiner Stelle ein kleiner Stern gesehen worden ist, sondern um physikalisch-chemische Prozesse. Nach der Hypothese von Zöllner bilden sich infolge der Wärmeausstrahlung nach und nach Abkühlungsprodukte, die schliesslich die ganze Oberfläche mit einer kältern, weniger oder nicht mehr leuchtenden Schicht bedecken. Durch plötzliches Zerreissen derselben, durch Gaseruptionen muss die eingeschlossene Gluthmasse hervordringen, zugleich können noch chemische Prozesse die Wärme- und Lichtausstrahlung erhöhen, der Körper wird wieder für einige Zeit leuchtend. Nach der Ansicht von Klinkerfues

wird das Aufleuchten eines neuen Sternes hervorgerufen durch einen uns unsichtbaren Begleiter, der im Perihel einen geringen Abstand von demselben erreicht. Durch die anziehende Wirkung des Begleiters wird im Perihel die dichte, absorbirende atmosphärische Hülle des Hauptsterns beseitigt, gleichzeitig werden durch die Wirkung dieser Anziehung gewaltige Eruptionen glühender Gasmassen aus dem Innern des Sternes verursacht. Unter diesen Umständen tritt zunächst Aufhellung des kontinuirlichen Spektrums ein, das durchzogen ist von dunkeln Linien und Bändern, herrührend von den noch bedeckten Theilen der Oberfläche des Sternes, dann folgen helle Linien, welche von den glühenden Gasmassen erzeugt werden. Mit zunehmender Entfernung des Begleiters vom Perihel, bedeckt sich die Oberfläche des Sternes wieder mit der absorbirenden Schicht und die Helligkeit des Spektrums nimmt rasch ab, die hellen Linien treten zunächst deutlicher hervor, weil die leichten glühenden Gase über der absorbirenden Schicht sich befinden, sie verschwinden dann allmählig mit abnehmender Temperatur dieser Gasmassen. Die Beobachtungen des neuen Sternes im Andromedanebel sprechen nach Vogel für die letztere Ansicht, allerdings erklärt auch diese nicht alle Erscheinungen.

Von den bisher betrachteten Himmelskörpern gänzlich verschiedene Gebilde sind

Die Nebelflecke.

Das Fernrohr zeigt uns Stellen, welche mit mattem Glanze die Dunkelheit des Himmelsgrundes unterbrechen und die man mit dem Namen Nebelflecke bezeichnet hat. Sie kommen in allen Grössen und Formen vor; zu den bekannteren gehören der grosse Orion- und der Andromedanebel, der spiralförmige Nebel in den Jagdhunden, der Ringnebel in der Leier u. s. w. Bis jetzt sind schon viele tausende derselben bekannt, die beiden Herschel allein entdeckten und beobachteten mit ihren Riesenteleskopen einige tausende. Viele dieser Nebelflecken lassen sich in eine sehr grosse Anzahl einzelner Sterne auflösen, diese führen den Namen *Sternhaufen*, aber ein grosser Theil bleibt noch übrig, bei denen nicht die geringste Spur einer Auflösung wahrgenommen werden kann, z. B. Orion- und Andromedanebel, es sind dies die eigentlichen Nebelflecken. Auch auf diesem Gebiete hat die Photographie die direkte Beobachtung weit überholt, das Studium der Sichtbarkeit der nebligen Materie auf den erhaltenen Platten lässt klarer und besser die wahre Struktur dieser Objekte erkennen, so

enthüllt eine Photographie des Andromedanebels (von Roberts) eine völlig ungeahnte, aus concentrischen, elliptischen Ringen zusammengesetzte Struktur desselben.

Vor Entdeckung der Spektralanalyse war nun die vorherrschende Ansicht die, dass die eigentlichen Nebelflecken ebenfalls Sternenhaufen seien, dass ihre Auflösung nur nicht gelinge, wegen ihrer ungeheuer grossen Entfernung und wegen der ungenügend zerlegenden Kraft unserer optischen Instrumente. Erst das Spektroskop gab uns das Mittel an die Hand, die Frage zu entscheiden. Das Licht der Sternhaufen wird durch das Prisma meist in ein Spektrum von kontinuirlichem Aussehen zerlegt, das Spektrum der eigentlichen Nebel dagegen ist ein Linienspektrum, im Allgemeinen aus 4 hellen Linien bestehend, von denen aber meist nur drei sichtbar sind, zwei derselben gehören dem Wasserstoff an, nämlich $H\beta$ und $H\gamma$; die hellste kommt dem Stickstoff zu und die zweite ist noch nicht aufgeklärt, die übrigen Linien des Wasser- und Stickstoffs werden auf dem unermesslichen Wege, den das Licht von den Nebelflecken bis zur Erde zurückzulegen hat, ausgelöscht. Die spektroskopischen Beobachtungen führen ferner zu dem Schlusse, dass die Temperatur der Nebelflecke eine sehr tiefe ist. Huggins machte die merkwürdige Beobachtung, dass einige der auflösbaren Nebel, von denen man annahm, sie seien wirkliche Sternhaufen, dasselbe Licht ausstrahlen wie die wahren Nebel, also ebenfalls glühende Gasmassen sind. Wir haben also hier Sternsysteme, deren einzelne Körper gasförmig sind, ein solcher Zustand ist ganz in Uebereinstimmung mit der Kant-Laplace'schen Hypothese über die Bildung unseres Sonnensystems.

Ziemlich weit scheinen diejenigen Nebelflecke in ihrer Entwicklung vorgeschritten zu sein, welche mit ziemlich scharf begrenzten Rändern entweder in Kreisform oder nur schwach elliptisch geformt erscheinen. Weil sie bleichen oder in matt bläulichem Licht leuchtenden Planeten ähnlich sind, werden sie *planetarische Nebel* genannt. Auch sie sind ihrer Form nach sehr verschieden, theils Spiral- theils Ringnebel, einzelne schwache Sterne stehen zuweilen in ihnen oder in unmittelbarer Nähe. Alle diese Nebel haben dasselbe, aus einigen, trotz ihrer Lichtschwäche relativ glänzenden hellen Linien bestehendes Spektrum, unter welchen sich eine Wasserstoff- und eine Stickstofflinie befindet.

Die Nebelflecke bestehen also unzweifelhaft aus leuchtenden Gasmassen, in denen Wasserstoff und Stickstoff die Hauptbestandtheile

sind; eine Reihe von Nebelflecken, unter diesen der Orion- und der Andromedanebel zeigen noch ein oder mehrere Kohlenstoffbanden. Obgleich die spektroskopische Untersuchung der Nebelflecke sich immer noch im Anfangsstadium befindet, so besitzt sie doch schon durch die erzielten Resultate eine grosse Wichtigkeit für das Studium aller Fragen, welche mit der Entwicklung des Universums in Verbindung stehen, sie bilden eine wichtige Stütze der schon von Herschel ausgesprochenen Ansicht, dass wir in diesen Nebelmassen und im sogen. kosmischen Weltdunst, die Keime der Sonnen- und Planetensysteme zu erblicken haben.

Die räthselhaftesten Himmelskörper, die um die Sonne laufen, aber unserm Sonnensystem ursprünglich nicht angehören, sondern von aussen aus dem Weltraume, vermöge der Anziehung der Sonne in dasselbe eingedrungen sind und für kürzere oder längere Zeit Bürger desselben bleiben, sind

Die Kometen.

Die Kometen unterscheiden sich wesentlich von den übrigen Körpern des Sonnensystems durch ihre manigfaltige, wechselnde Gestalt, durch die Beschaffenheit ihrer Bahnen und durch die Dauer ihrer Sichtbarkeit. Manche von ihnen, wie der Encke'sche, Biela'sche Komet, beschreiben in regelmässiger Wiederkehr geschlossene Bahnen um die Sonne, während andere unerwartet aus dem Weltraume im Sonnensystem auftauchen und nach einem einzigen Umlauf um die Sonne auf Nimmerwiedersehen verschwinden.

Die Frage, nach der Natur der Kometen, wurde erst in neuester Zeit befriedigend gelöst. Nebst dem schwachen kontinuirlichen Spektrum mit Frauenhofer'schen Linien, das vom reflektirten Sonnenlicht herrührt, zeigen die Kometen im Allgemeinen die drei Hauptbanden des Kohlenwasserstoffspektrums, das jetzt dem Kohlenstoff selbst zugeschrieben wird, nur mit dem Unterschiede, dass die Helligkeitsmaxima in den drei Banden in der Mitte liegen, während sie bei irdischen Kohlenwasserstoffen am Anfang sind. Man hat aber bei den letzteren die Maxima auch gegen die Mitte der Banden auftreten sehen, wenn der Kohlenwasserstoff mit Kohlenoxyd vermischt und disruptive elektrische Entladungen durch beide verdünnte Gase gingen; das Kohlenoxydspektrum verschwand dabei und nur das Kohlenwasserstoffspektrum erschien auf die angegebene Weise modifizirt. Es wird jetzt als unzweifelhaft angenommen, dass ein Komet aus einem Meteorschwarm

besteht, der im Kometenkopf seine grösste Dichte erreicht; die Zwischenräume zwischen den einzelnen Meteoriten sind mit Kohlenoxyd- und Kohlenwasserstoffgasen in sehr verdünntem Zustande ausgefüllt, welche Gase sich aus den Meteoriten des Schwarmes entwickeln. Dass gasförmige Kohlenstoffverbindungen wirklich in den Meteoriten eingeschlossen sind, beweist der Umstand, dass sich solche in grosser Menge entwickeln, beim Erhitzen von Meteoreisen und Meteorsteinen. Diese Gase kommen nun durch disruptive elektrische Entladungen zwischen den einzelnen Meteoriten, wie früher erwähnt, durch Lumineszenz zum Leuchten. Manche Kometen zeigen auch Cyanbanden, z. B. der Komet II 1881, wie eine Spektralphotographie von Huggins zeigt.

Bei Kometen, welche der Sonne sehr nahe kamen, wie der Komet Wells 1882 I und der «Grosse Komet» 1882 II, trat im Perihel sehr intensiv die Natriumlinie auf, daneben zeigten sich noch schwach einige andere Metalllinien von Blei, Mangan, Eisen und Magnesium, die dadurch entstanden, dass durch die grosse Hitze in der Sonnennähe diese Metalle in den Meteoriten verdampften, dabei verschwand das Kohlenstoffspektrum vollständig. Bei der Entfernung des Kometen von der Sonne verblasste allmälig das Metallspektrum und das Kohlenstoffspektrum kam wieder zum Vorschein. Genau dieselben Erscheinungen können auch künstlich hervorgerufen werden, wenn man in einer mit verdünntem Kohlenwasserstoffgas gefüllten Geissler'schen Röhre durch Erhitzen Natriummetall verdampft und elektrische Entladungen hindurchleitet, sie liefern also ein sehr gewichtiges Argument für die Annahme des elektrischen Ursprungs des Eigenlichtes der Kometen.

Das Auftreten der Kohlenbanden wurde aber nicht bloss bei Kometen, sondern auch, wie schon erwähnt, bei manchen Nebelflecken und als Absorptionsbanden bei Fixsternen der Klasse III und bei Sternen mit hellen Linien beobachtet. Secchi war 1869 der erste, der auf das Vorkommen des Kohlenstoffs in Sternspektra aufmerksam machte, später geschah es auch von Vogel und Dunér, welche beide die Ansicht aussprachen, dass in den Atmosphären der betreffenden Fixsterne Kohlenstoffverbindungen vorkommen, welche die Absorption bewirken.

Besondere Aufmerksamkeit schenkte dem Auftreten des Kohlenstoffs in den Spektra der Gestirne der englische Astronome Lockyer. Er fand durch Vergleichung, dass die Spektra der oben erwähnten Himmelskörper, sowohl in den Absorptions- als auch in den hellen

Banden des Kohlenstoffs und ebenso in den Absorptionslinien des Mangan-, Magnesium- und Bleidampfes mit den Spektra mancher Kometen übereinstimmen. Lockyer ist desshalb der Ansicht, dass jene Nebelflecke aus kosmischem Staub in möglichst gasförmigem Zustande bestehen, der sich nach und nach zu Meteoriten verdichtet, so dass Meteorschwärme entstehen und dass jene Fixsterne der Klasse III nicht eigentliche Sterne sind, sondern dichte Schwärme von Meteormassen, also Kometen, nur mit dem Unterschiede, dass sie nicht um unsere Sonne kreisen. Die Absorption des Kohlenstofflichtes, das von den gasförmigen Kohlenstoffverbindungen, welche die Zwischenräume zwischen den einzelnen Meteoriten ausfüllen, herrührt, denkt Lockyer sich zu Stande gebracht durch glühende Dämpfe, welche die einzelnen Meteoriten umhüllen, die eine sehr hohe Temperatur erreichen durch Zusammenstösse der einzelnen Meteoriten. Durch weitere Condensation dieser Meteorschwärme wächst die Temperatur und es entstehen nach und nach die Sterne der Klasse I, welches die heissesten Himmelskörper sind. Bei fortgesetzter Condensation findet zuletzt durch Ausstrahlung Abkühlung zur Klasse II und nachher Erstarren statt. Auf dieser Ansicht basirt Lockyer seine Hypothese von dem meteoritischen Ursprung aller kosmischen Himmelskörper, vom kosmischen Nebel bis zu den hellsten uud heissesten Sternen der Klasse I und hinunter bis zur dunkeln, kalten Kugel.

Zu den schönsten Errungenschaften der Spektralanalyse in der Astronomie gehört die Entdeckung, dass man aus einer kleinen Verschiebung der Spektrallinien bestimmen kann:

Die Grösse und Richtung der Bewegung der Fixsterne und anderer Lichtquellen im Weltraume.

Die Bezeichnung «Fixstern» ist, wie man schon längst weiss, eine unrichtige, denn es gibt keinen Himmelskörper, der in absoluter Ruhe ist. Seitliche Verschiebungen der Sterne gegenüber der Erde lassen sich nach kürzerer oder längerer Zeit mit Fernröhren beobachten und messen, dagegen verräth kein Teleskop diejenige Bewegung, welche einen Himmelskörper in gerader Richtung direkt auf die Erde zu oder von ihr wegführt, die sog. *Bewegung* im *Visionsradius*, wohl aber thut dies das Spektroskop. Die Möglichkeit, die Grösse und Richtung der Bewegung einer Lichtquelle im Versions-

radius spektroskopisch bestimmen zu können, beruht auf dem *Doppler'schen Prinzip;* dasselbe möge zuerst für den Schall erklärt werden.

Die Höhe eines Tones hängt von der Anzahl der Luftstösse (Schwingungen) ab, welche in einer bestimmten Zeit unser Ohr treffen. Bewegt sich nun ein tönender Körper z. B. die Pfeife einer Lokomotive, mit grosser Geschwindigkeit gegen einen ruhenden Beobachter zu, so gelangen in derselben Zeit mehr Schwingungen in sein Ohr, als wenn die Pfeife in Ruhe ist, es wird also die Anzahl der Schwingungen in der Sekunde, d. h. die Schwingungszahl des Tones, vergrössert, somit die Wellenlänge verkürzt und der Ton erscheint dem Beobachter *höher*, als er es für die ruhende Pfeife ist. Gerade das Umgekehrte tritt ein, wenn sich die Pfeife von dem Hörer entfernt, die Wellenlänge des Tones wird vergrössert, der Ton erscheint tiefer.

Das Doppler'sche Prinzip behält unverändert seine Gültigkeit für die Aetherschwingungen des Lichts. Bewegt sich eine Lichtquelle mit sehr grosser Geschwindigkeit im Visionsradius direkt gegen die Erde zu, so treffen in derselben Zeit mehr Schwingungen in unser Auge, als wenn dieselbe in Ruhe ist, die Schwingungszahlen der von der Lichtquelle ausgestrahlten Lichtsorten werden erhöht, die Wellenlängen verkürzt, es werden daher alle Linien ihres Spektrums gegenüber denjenigen einer ruhenden Lichtquelle um gleichviel gegen das brechbarere Ende, das Violett verschoben. Entfernt sich die Lichtquelle im Visionsradius von der Erde, so findet umgekehrt Linienverschiebung gegen das Roth statt. Da die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes sehr gross, 300,000 Kilometer in der Sekunde ist, so muss die Geschwindigkeit der bewegten Lichtquelle ebenfalls sehr gross sein und mehrere Kilometer oder Meilen betragen, wenn die Linienverschiebung noch messbar sein soll.

Die Verschiebung wird gewöhnlich an der F- oder der G-Linie ($H\gamma$) des Wasserstoffs, der fast auf allen Himmelskörpern vorkommt, gemessen, durch Vergleichung mit der Lage dieser Linie in dem gleichzeitig direkt durch eine Geissler'sche Röhre erzeugten Wasserstoffspektrum. Aus der Grösse der Verschiebung, mit Berücksichtigung der Bewegung der Erde, kann die Grösse und Richtung der Bewegung des betreffenden Himmelskörpers leicht berechnet werden. Die Wellenlänge der Mitte der F-Linie beträgt 485,0 $\mu\mu$, eine Aenderung derselben um ein hundertmilliontel Millimeter durch Verschiebung, kann noch gemessen werden. Diese Messungen gehören zu den schwierigsten Problemen der Astronomie, denn wegen der geringen Geschwin-

digkeit der Himmelskörper gegen derjenigen des Lichtes, sind diese Verschiebungen sehr klein, und aus diesem Grunde sind auch die früher von Secchi, Huggins, und andern erhaltenen Zahlen ungenau. Die Resultate wurden erst in neuester Zeit brauchbar, seit Prof. Vogel und Dr. Scheiner in Potsdam die Photographie zu Hülfe nahmen. Das Stern- und das Vergleichspektrum werden beide gleichzeitig photographisch auf einer höchst empfindlichen Bromsilber-Gelatineplatte aufgenommen, bei lichtschwachen Objekten bleiben die Platten längere Zeit, bis zu einigen Stunden exponirt und die Messung der Verschiebung wird auf der sehr scharfen Spektralphotographie mikroskopisch, unter Anwendung einer 7—35fachen Vergrösserung ausgeführt. Der wahrscheinliche Fehler einer Messung beträgt hiebei für die Geschwindigkeit einer der besser zu messenden Lichtquellen, wie es die Sterne der Klasse II und III sind, nur 3 km., für diejenige einer schwieriger zu messenden, wie die Sterne der linienarmen Klasse I, etwa 6 km.

In folgendem sind die Geschwindigkeiten einiger Sterne angegeben, wie sie von Vogel und Scheiner im Mittel gefunden wurden, dabei bedeutet + Entfernung von der Erde, — Annäherung zu derselben:

α Cygni	— 6 km.	Procyon	— 11 km.
Sirius	— 12 »	Aldebaran	+ 40 »
α Orionis	+ 14 »	Capella	+ 25 »

Ein Theil der Bewegung der Fixsterne rührt aber von derjenigen unseres Sonnensystems her, denn auch unsere Sonne, von allen ihren Planeten und sonstigen Trabanten begleitet, bewegt sich durch den Weltraum, sehr wahrscheinlich gegen das Sternbild des Herkules zu. Die Grösse und Richtung dieser Bewegung werden wir aber erst in Zukunft bestimmter angeben können, wenn erst die Ortsveränderungen einer grossen Anzahl von Fixsternen näher bekannt sind.

Im Juli und August 1890 ist es J. E. Keeler auf spektroskopischem Wege gelungen, mit grosser Sicherheit auch die Bewegung der *planetarischen Nebel* im Visionsradius zu bestimmen. Dieser jüngste Erfolg von grosser Tragweite, den wir dem grössten jetzt existirenden Refraktor von 915 mm. Objektivdurchmesser der Licksternwarte auf dem Mount Hamilton (N.A.) und dem vorzüglichen, damit verbundenen Spektroskop verdanken, zeigt in noch glänzenderer Weise als es bisher der Fall war, die Fruchtbarkeit der Anwendung

des Doppler'schen Prinzips auf die Analyse des von den Gestirnen zu uns gelangenden Lichtes. Himmelskörper, wie die planetarischen Nebel, die so weit entfernt sind, dass von einer Bewegung an der Himmelskugel sich bis jetzt nicht die geringste Spur gezeigt hat und von denen wir daher annehmen müssen, dass sie weit jenseits der Region der Fixsterne, an den Grenzen des sichtbaren Weltalls stehen, offenbaren in den geringen Farbenänderungen des von ihnen ausgesandten Lichtes, dass auch sie mit einer Geschwindigkeit durch den Weltraum fliegen, welche von derselben Grössenordnung ist, wie diejenige der Fixsterne.

Keelers sorgfältige Messungen bezogen sich auf die Lage der hellsten in den untersuchten Nebelflecken gemeinsam vorkommenden Linie $\lambda = 500{,}6\ \mu\mu$., deren Natur bisher noch nicht festgestellt werden konnte, neuerdings hat er in einigen Nebeln die Lage der Wasserlinie genau bestimmt und zur Messung benutzt. Die grosse Genauigkeit wurde erreicht durch Anwendung eines Rowland'schen Gitters mit starker Dispersion, probeweise war zunächst die Bewegung der Venus aus Linienverschiebung bestimmt worden, und es hatten sich hierbei Resultate ergeben, welche mit den berechneten Grössen vorzüglich übereinstimmten. Bis jetzt wurde von 10 der helleren Nebel die Bewegung bestimmt, die kleinste Bewegung ist wenig grösser als 2 km. in der Sekunde, die grösste nahezu 60 km., theils ist sie auf die Erde zu, theils von ihr weggerichtet, der Fehler jeder einzelnen Messung beträgt kaum mehr als 4 km. in der Sekunde.

Durch diese von Keeler erhaltenen Resultate ist wiederum einer der Schleier entfernt, welche uns bisher die wahre Natur der Nebel so sehr verhüllt haben. Theoretisch war es freilich sicher, dass diese Körper denselben Gesetzen unterworfen sein mussten, wie die Sterne, mit denen sie in manchen Fällen sogar direkt verbunden sind. Die thoretische Wahrscheinlichkeit ist nun zur Gewissheit geworden und die Bewegung der Nebel eine feststehende Thatsache.

Das Prinzip aus der Verschiebung der Spektrallinien die Bewegung einer Lichtquelle zu bestimmen, hat zuerst Lockyer angewendet *um die Geschwindigkeit zu messen, mit welcher das die Protuberanzen bildende glühende Wasserstoffgas aus dem Sonnenkörper hervorbricht oder nach erfolgter Eruption wieder herabsinkt.* Eine Verschiebung der Wasserstofflinien tritt nur ein, wenn das glühende Gas sich im Visionsradius auf die Erde zu oder von ihr weg bewegt, die auf- und absteigenden Ströme sind daher nur in der Mitte der Sonnenscheibe

bemerklich. Die grünblaue Linie F, welche in der Regel von scharfen Rändern begrenzt ist, erscheint, wenn das Spektroskop auf einen Sonnenfleck in der Nähe des Sonnemittelpunktes gerichtet wird, mitunter nicht blos hell, sondern auch als dunkle Linie stellenweise zusammengedreht, verkrümmt, und von ungleichmässiger Dicke und bei aufsteigenden Protuberanzen nach dem Violett, bei niedersteigenden nach dem Roth verschoben. Dieselben Erscheinungen zeigen sich auch an der rothen C-Linie (Hα), jedoch ist die F-Linie empfindlicher in Bezug auf die genannten Veränderungen, wesshalb gewöhnlich diese benutzt wird.

Alle diese Verdrehungen, Verbreiterungen und Verschiebungen der F-Linie rühren nur von einer Aenderung der Wellenlänge des grünblauen Lichtes her, welches das in Bewegung befindliche glühende Wasserstoffgas der Sonne aussendet und zwar beweist die ungleichmässige Verschiebung derselben eine ungleiche Geschwindigkeit, Wirbelbewegungen innerhalb des Gasstromes. Die gewöhnliche Geschwindigkeit dieser auf- und absteigenden Gasströme beträgt 4—5 geogr. Meilen.

Zwei der grössten bis jetzt beobachteten Protuberanzen wurden von Joung beschrieben. Die erste ereignete sich am 7. Sept. 1871 nach 12½ Uhr; sie hatte anfänglich eine Längenausdehnung am Sonnenrande von ungefähr 21700 Meilen und eine Höhe von 12000 Meilen; ihre grösste Höhe erreichte sie um 1 Uhr 05 mit 45800 Meilen und die Geschwindigkeit, mit welcher die Gasmassen in die Höhe stiegen, betrug 36 Meilen in der Sekunde. Um 1 Uhr 15 war die Protuberanz wie eine sich auflösende Wolke verschwunden. Die zweite Protuberanz ereignete sich am 7. Okt. 1880 und erreichte die Höhe von 78000 Meilen, sie ist wohl die höchste bis jetzt beobachtete.

Neben diesen auf- und absteigenden Gasströmungen in der Sonnenatmosphäre entstehen auch fortschreitende *Wirbelstürme* oder *Cyclonen* von solch ungeheurer Gewalt, dass unsere stärksten irdischen Orkane dagegen nur wie ein leiser Windhauch erscheinen. Diese seitlich fortschreitenden, gegen die Erde zu oder von ihr weggerichteten Strömungen und Wirbelstürme werden nur am Sonnenrande für uns bemerklich, indem sie eine Verschiebung der F-Linie bewirken. Lokyer hat die Geschwindigkeit derselben genau gemessen, indem er die Verzerrungen und Verschiebungen der F-Linie beobachtete und fand dieselbe von einer unglaublichen Heftigkeit. Er beobachtete einen solchen Drehsturm am 14. März 1869, dessen Durchmesser 340 Meilen betrug,

der sich mit einer Geschwindigkeit von 9 Meilen in der Sekunde fortbewegte. Brachte man den Spalt des Spektroskopes auf den Rand des Wirbels, so sah man, dass auf der einen Seite der Sturm sich von uns entfernte, auf der andern Seite auf uns zukam, indem die F-Linie dann nur nach dem Roth oder nur nach dem Violett hin verschoben war. Hierdurch war bestimmt bewiesen, dass ein wirklicher Drehsturm stattgefunden hatte.

Ebenfalls auf dem Doppler'schen Prinzipe beruht der Nachweis der *Sonnenrotation*, worauf Secchi und Zöllner schon vor einigen Jahrzehnten hingewiesen hatten. Die Punkte der Sonne auf der uns zugekehrten Seite rotiren von Ost nach West, die grösste Geschwindigkeit ist am Aequator. Die Punkte auf dem östlichen Rande nähern sich dem Beobachter auf der Erde, die entgegengesetzten des Westrandes entfernen sich von ihm; im ersten Falle findet Linienverschiebung gegen das Violett, im zweiten Falle Verschiebung gegen Roth statt. Die Gesammtverschiebung beträgt aber nur $\frac{1}{77}$ des Abstandes der beiden D-Linien und doch kann sie gemessen werden, weil das intensive Sonnenlicht starke Zerstreuung gestattet. Die Rechnung ergibt hieraus eine Geschwindigkeit von 1,922 km. für die Punkte des Sonnenäquators, welcher eine Rotationsdauer der Sonne von 26,23 Tagen entspricht. Die aus teleskopischen Beobachtungen der Sonnenflecke und Fackeln gefundenen Werthe der Rotationsdauer sind 1—2 Tage kleiner, dies könnte den physikalischen Grund haben, dass, wenn man vom centralen Theil der Sonne durch die Photosphäre zu den Fackeln und der absorbirenden Schicht aufsteigt, die Winkelgeschwindigkeiten allmählig abnehmen. Am besten wird es sein, für jetzt noch von einer Erklärung abzusehen und fernere Beobachtungen, besonders spektroskopische, abzuwarten. Eine sichere Aenderung der Rotationsdauer mit der Breite ist durch das Spektroskop nicht entdeckt worden.

Nicht weniger schöne Erfolge hat die Spektralanalyse aufzuweisen in der Erforschung der Bewegung der

Doppel- und mehrfachen Fixsternsysteme.

In der Fixsternwelt gibt es Systeme von 2, 3 und mehr sehr nahe beisammen stehenden Sternen verschiedener Grösse, die physisch derart miteinander verbunden sind, dass, nach dem allgemeinen Gravitationsgesetze, von zweien sich der eine um den andern bewegt,

oder dass zwei oder auch mehrere Sterne um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisen. Solche Systeme heissen Doppel-, dreifache resp. mehrfache Sterne. Sind alle Sterne eines Systems in einem Fernrohr oder Teleskop von grosser optischer Kraft getrennt sichtbar, so lassen sich die Bahnen derselben verfolgen und nach kürzerer oder längerer Zeit bestimmen, wie es schon für eine grosse Anzahl mehrfacher Sternsysteme geschehen ist, seit der Mannheimer Astronome Christian Mayer im Jahr 1778 zuerst auf das Vorhandensein von Fixsterntrabanten aufmerksam machte. Es gibt aber auch Fixsterne, die nach der Art ihrer Bewegung verrathen, dass noch ein Begleiter vorhanden ist, so dass beide Sterne sich um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt bewegen, während von diesem Begleiter in den stärksten Fernröhren keine Spur zu sehen ist, der also dunkel oder äusserst lichtschwach sein muss. Das Spektroskop hat nun in verschiedenen solchen Fällen die Vermuthung der Astronomen bestätigt, indem während eines Umlaufs des hellen Sterns um den dunkeln Begleiter in bestimmten Intervallen zweimal Linienverschiebung eintritt, das eine Mal gegen Violett, wenn sich der Fixstern auf seiner Bahn der Erde nähert, das andere Mal gegen Roth, wenn er sich von ihr entfernt, und zweimal keine Linienverschiebung, wenn der Stern sich senkrecht zum Visionsradius bewegt, abgesehen von den Verschiebungen die entstehen, infolge der Bewegung des ganzen Systems im Raume. Sirius, der Hauptstern des grossen Hundes z. B. zeigte in seiner Bewegung solche Abweichungen, dass schon Bessel die Ansicht aussprach, derselbe bewege sich um einen dunkeln Begleiter, welche Ansicht von den einen Astronomen bestätigt, von den andern bestritten wurde. Die Spektralanalyse hat zu Gunsten Bessels entschieden, die Umlaufszeit des Sirius beträgt 49—50 Jahre. Dieselben Erscheinungen zeigten noch Procyon (α canis min.) und Spica (α Virginis), beide sind Doppelsterne, von denen je der eine Stern für uns unsichtbar ist.

Im November 1890 legte Fowler der königl. astron. Gesellschaft in London Spektralphotographien der Wega, des Hauptsterns der Leier vor, welche zeigen, dass dieser Stern ein Doppelstern ist, aus 2 hellen Fixsternen bestehend, die in so geringem Abstand um ihren Schwerpunkt kreisen, dass sie optisch nicht getrennt werden können. Der Beweis der Duplität dieses Sterns beruht auf dem Umstande, dass, wenn die beiden Componenten des Systems nach entgegengesetzter Richtung im Visionsradius sich bewegen, ihre gemeinschaftlichen Spektrallinien sich in entgegengesetzter Richtung des Spektrums ver-

schieben, so dass sie *doppelt* werden. Geschieht die Bewegung rechtwinklig zur Gesichtslinie, der eine Stern nach rechts, der andere nach links, so findet natürlich keine solche Verschiebung statt, so dass die Linien einfach sind. Folglich werden während eines ganzen Umlaufs der zwei Sterne um ihren Schwerpunkt die Linien zweimal ein Maximum der Trennung erfahren und zweimal werden sie einfach sein. Die hauptsächlichsten Linien im Spektrum der Wega sind die Wasserstofflinien, diese erfahren aber keine Verdoppelung, da ihre Breite grösser ist als die Trennung und ein Dickerwerden derselben unsicher zu bestimmen ist. Dagegen ist die K-Linie $\lambda = 393{,}7$ des Calciums, die nächststärkste im Spektrum, zart genug um die Verdoppelung deutlich sichtbar zu machen. Aus 14 Photographien ergab sich das Resultat, dass ihre Bahn nahe kreisförmig ist und ihre Umlaufszeit nur die sehr kurze Zeit von 24,68 Stunden beansprucht. Die relative Maximalgeschwindigkeit der beiden Sterne beträgt etwa 80 Meilen in der Sekunde und ihr Abstand nur ca. eine Million Meilen, sie bilden also ein sehr enges Doppelsternsystem, wie man es früher nicht für möglich hielt. Die Gesammtmasse beträgt daher 22,5 Sonnenmassen und da kein merklicher Intensitätsunterschied der zwei K-Linien vorhanden ist, sind die Massen der zwei Componenten ungefähr gleich.*)

Auf der Sternwarte zu Cambridge (N.-A.) wurden von Professor Pickering in den letzten drei Jahren ebenfalls photographische Aufnahmen von Sternspektra ausgeführt, dieselben hatten zu einer analogen Entdeckung geleitet, wonach der Hauptstern des Doppelsterns ζ im grossen Bären selbst ein enger Doppelstern ist, bestehend aus zwei hellen Sternen, die unsere Fernrohre nicht mehr trennen können. Die Entdeckung folgte ebenfalls aus der Trennung der K-Linie in Intervallen von 52 Tagen, die Trennung betrug als Aenderung der Wellenlänge 0,199 Milliontel mm. Die Umlaufszeit des Systems der beiden Componenten beträgt 104 Tage, die Geschwindigkeit in ihrer Bahn, die als kreisförmig angenommen wird, beträgt bei Annahme gleicher Massen, 21 Meilen, ihr Abstand 30 Millionen Meilen und die Gesammtmasse beider Sterne etwa 40 Sonnenmassen. Zwei weitere äusserst enge, aus 2 hellen Sternen bestehende Doppelsterne sind noch β Aurigæ und b Ophiuchi; die beiden Componenten des ersteren haben einen Abstand von nur 1,7 Millionen Meilen; eine Umlaufszeit

*) Nach seither von Prof. Pickering, Vogel und Henry aufgenommenen Photographien, bestätigt sich diese Verdoppelung der Wega *nicht* Es muss also eine andere Erklärung für diese Erscheinung gesucht werden.

von 8 Tagen, Bahngeschwindigkeit 31,5 Meilen und eine Gesammtmasse von 2,3 Sonnenmassen.

Unter den Fixsternen giebt es solche, die von Zeit zu Zeit ihren Glanz ändern, die an Licht zu- oder abnehmen und in regelmässigen Intervallen sogar völlig unsichtbar werden können, diese heissen:

Veränderliche Sterne.

Der merkwürdigste derselben ist Mira Ceti (der Wunderbare Stern im Walfische), der im Maximum seiner Helligkeit ein Stern zweiter Grösse ist, im Minimum dagegen bis zur 10. Grösse herabsinkt. Ebenso interessant ist der Stern Algol (β Persei), welcher in regelmässiger Wiederkehr alle 69 Stunden während 4 Stunden an Helligkeit abnimmt bis zu einem Minimum und in derselben Zeit wieder seinen vollen Glanz erreicht. Um den Lichtwechsel Algols zu erklären, wurde die Hypothese als wahrscheinlich hingestellt, dass die eine Seite des Sterns mit starken Condensationsprodukten bedeckt sei. Die spektralanalytische Untersuchung hat aber ergeben, dass das Spektrum Algols zur Klasse I gehört und bei diesen im höchsten Glühzustande befindlichen Sternen ist an Abkühlungsprodukte gar nicht zu denken. Auch die Annahme von der Abweichung von der Kugelgestalt vermag die Erscheinung nicht zu erklären. Beide Hypothesen sind nun vollständig hinfällig geworden, denn aus den spektrophotographischen Beobachtungen von Prof. Vogel und Dr. Scheiner im Winter 1889/90 geht unzweifelhaft hervor, dass Algol vor seinem Minimum sich von der Sonne entfernt, nach dem Minimum sich derselben nähert, wie dies der Fall sein muss, wenn Algol sich hinter einen dunkeln Körper schiebt. Hiermit ist also der Beweis geliefert, dass Algol sich in einer mit der Periode des Lichtwechsels in einfachem Zusammenhang stehenden Bewegung befindet, und dies führt nothwendig zur Annahme eines Doppelsternsystems, in welchem dem uns unsichtbaren Begleiter eine Masse derselben Ordnung beizulegen ist. Mit Zugrundelegung der Elemente des Lichtwechsels ergeben sich folgende Daten:

Durchmesser des Hauptsterns . . 230,000 Meilen
» » dunkeln Begleiters 180,000 »
Distanz der Mittelpunkte . . . . 700,000 »
Bahngeschwindigkeit des Algols und des Begleiters 6 und 12 Meilen.
Massen der beiden Körper = $^4/_9$ und $^2/_9$ der Sonnenmasse.

Dabei ist gleiche Dichtigkeit der 2 Körper vorausgesetzt. Algol ist also ein äusserst enger Doppelstern, während man früher Anstand nahm, einen Doppelstern Algol anzunehmen, da die Existenz so enger Sternsysteme für unwahrscheinlich gehalten wurde, nun sind aber bereits mehrere solche bekannt. Der Verlauf der Lichtkurve während der Dauer der Verfinsterung lässt auf mächtige Atmosphären schliessen, von denen diejenige des Hauptsterns eine grosse Leuchtkraft, die des mehr abgekühlten Begleiters eine starke Absorptionsfähigkeit besitzt. Scheiner berechnet dieselben zu 54,000 bezw. 42,000 Meilen Höhe, der geringste Abstand beider Atmosphären würde demnach 400,000 Meilen sein.

Aehnliche Verhältnisse werden noch bei andern Veränderlichen existiren. Wir stehen also hier vor einer Astronomie des Unsichtbaren, wir erfahren die Existenz von Himmelskörpern, von denen das Fernrohr uns keine direkte Kunde giebt, wir erfahren, dass nicht bloss dunkle Körper um leuchtende — Sonnen — kreisen, sondern auch Sonnen um Sonnen, und Sonnen als Trabanten um dunkle Massen. Das Spektroskop und das Fernrohr lehren uns, dass das Newton'sche Gravitationsgesetz auch noch Gültigkeit hat in der unermesslich fernen Fixsternwelt.

Prof. Dr. G. Huber.

Conforme Abbildung des Kreises

auf das

Innere einer Epicycloide.

Vorgetragen in der Sitzung vom 21. Februar 1891.

Eine mehrdeutige Funktion $w = f(z)$ einer komplexen Variablen z, die von einem bestimmten Punkte z_0 der Variablen ausgeht, kann in einem andern Punkte z, nur dann verschiedene Werthe annehmen, wenn zwei von der Variablen durchlaufene Wege einen Verzweigungspunkt einschliessen. Um dieses zu verhindern, hat man nur durch Ziehen gewisser Linien, Querschnitte, die nicht überschritten werden dürfen, solche Wege unmöglich zu machen. Die Querschnitte grenzen ein bestimmtes Gebiet der Ebene ab, innerhalb dessen die Funktion eindeutig ist, da sie auf jedem Wege nur einen einzigen Werth erhält. Cauchy nannte diese Funktion in diesem Gebiete monodrom, Riemann hiess sie einändrig. Diese Eingrenzung der Ebene legt aber der Bewegung der Variablen eine Schranke auf, welche nicht immer eingehalten werden kann, da die Untersuchungen oft über dieses Gebiet hinausführen. Riemann hat daher ein anderes Mittel eingeführt, um sich von der n-Deutigkeit zu befreien, indem er statt der durch Linien abgegrenzten Ebene der Variablen, dieselbe aus n übereinander liegenden Schichten oder Blättern bestehend annahm, welche zusammen das Gebiet der Variablen bilden. Jedes der Blätter erstreckt sich nach allen Richtungen in das Unendliche, die einzelnen Blätter hängen in den sog. Verzweigungsschnitten zusammen, so dass der Variablen ein stetiger Uebergang von einem Blatte in das andere ermöglicht wird, wobei die Funktionswerthe kontinuirlich in einander übergehen. Ein solches Gebilde heisst eine Riemann'sche Fläche.

Von einigen Seiten wurde nun schon der Wunsch ausgesprochen, es möchte die Theorie dieser Riemann'schen Flächen durch Behand-

lung spezieller Funktionen noch weiter erläutert werden. Unter anderen hat Herr Prof. Amstein in Lausanne einige Funktionen behandelt und seine Untersuchungen im Bull. de la Soc. Vaud. d. Sc. nat. veröffentlicht. Die vorliegende Arbeit hat zum Gegenstande die konforme Abbildung des Innern des Einheitskreises auf das Innere einer Epicycloide mit 4 Spitzen und die damit zusammenhängende Riemann'sche Fläche.

Die Werthe einer komplexen Variablen z seien geometrisch dargestellt in einer Ebene (z) und diejenigen einer zweiten komplexen Variablen $w = f(z)$, einer Funktion von z, in einer zweiten von der ersten verschiedenen Ebene, der Funktionsebene (w).

Durchläuft die eine Variable in ihrer Ebene eine Kurve, so durchläuft die andere in ihrer Ebene die entsprechende Kurve, entsprechende Kurven in den beiden Ebenen schneiden sich unter denselben Winkeln und entsprechende Figuren sind in den kleinsten Theilen ähnlich; eine solche Abbildung heisst eine konforme und die bestehende geometrische Verwandtschaft eine isogonale. Ausnahme findet nur in den Verzweigungspunkten statt.

Die Funktion, welche im vorliegenden Falle die Abbildung vermittelt, ist

1) $$w = f(z) = 5\ z - z^5$$

Die Verzweigungspunkte der w Ebene erhält man für diejenigen Werthe von z, welche w', die erste Derivirte, zu Null oder unendlich machen, also aus

$$w' = 5 - 5\ z^4 = 0,$$

woraus $z = \sqrt[4]{5}$ folgt. Es geschieht dies somit für die 4 Werthe $z = \pm 1$ und $z = \pm i$, ferner ist $w' = \infty$ für $z = \infty$.

Die 5 Verzweigungspunkte der w Ebene sind also:

$$w = \pm 4,\ w = \pm 4\ i \text{ und } w = \infty,$$

wobei der letztere ein vierfacher Verzweigungspunkt ist.

Setzt man:

$$w = \xi + \eta\ i \text{ und } z = x + y\ i = r^{i\varphi}$$

so folgt aus Gleichung 1.) durch Einsetzen:

$$\xi = 5\ r \cos \varphi - r^5 \cos 5\ \varphi$$

2) $$\eta = 5\ r \sin \varphi - r^5 \sin 5\ \varphi$$

Den Werthen r = konstant, d. h. den Kreisen um den Nullpunkt der z Ebene entsprechen *Epitrochoiden,* Rollkurven, für welche der Radius des festen Kreises gleich 4 r, der des rollenden r und der

Abstand des erzeugenden Punktes vom Centrum des rollenden Kreises gleich r^5 ist.

Für $r < 1$ haben die Epitrochoiden nur einfache Punkte.

Für $r = 1$ stellen die Gleichungen eine *Epicycloide* dar, mit vier Spitzen auf den Coordinatenaxen in den Verzweigungspunkten $w = \pm 4$, $w = \pm 4\,i$. Diese Epicycloide entspricht dem Einheitskreise der z Ebene; sie hat die Gleichungen:

$$\xi = 5\cos\varphi - \cos 5\varphi = 4\cos^3\varphi\,(5 - 4\cos^2\varphi)$$

3) $$\eta = 5\sin\varphi - \sin 5\varphi = 4\sin^3\varphi\,(5 - 4\sin^2\varphi)$$

Durch Elimination von φ ergibt sich ihre Gleichung in rechtwinkligen Coordinaten:

4) $$(\xi^2 + \eta^2 - 16)^3\,(\xi^2 + \eta^2 + 9)^2 = 16.\,5^5.\,\xi^2\,\eta^2.$$

In Polarkoordinaten:

$$(\varrho^2 - 16)^3\,(\varrho^2 + 9)^2 = 16.\,5^5.\,\varrho^4\sin^2 2\,\psi.$$

Die Epicycloide ist also eine Kurve 10ten Grades, die unendlich fernen imaginären Kreispunkte der Ebene sind fünffache Punkte derselben.

Für $1 < r < \sqrt[4]{5}$ hat die Epitrochoide vier Schleifen, die den Nullpunkt ausschliessen, und je zwei Doppelpunkte auf den Axen und auf den die Axenwinkel halbirenden Geraden $\pm\frac{\pi}{4}$

Für $r = \sqrt[4]{5}$ gehen die vier Schleifen durch den Nullpunkt, und berühren die Axen, derselbe ist ein vierfacher Punkt der Kurve; die Gleichungen dieser Epitrochoide sind:

5) $$\xi = 5\sqrt[4]{5}\,(\cos\varphi - \cos 5\varphi) = 10\sqrt[4]{5}\,\sin 3\varphi\,\sin 2\varphi$$

$$\eta = 5\sqrt[4]{5}\,(\sin\varphi - \sin 5\varphi) = -10\sqrt[4]{5}\,\cos 3\varphi\,\sin 2\varphi$$

Durch Elimination von φ ergibt sich die Gleichung der Kurve in rechtwinkligen Coordinaten:

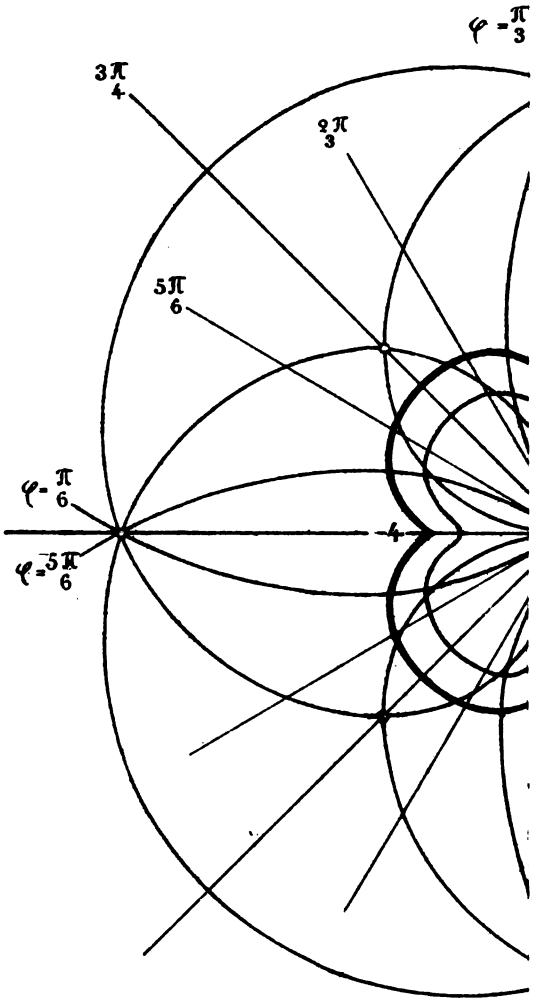
6) $$\left(\xi^2 + \eta^2\right)^3\left(\xi^2 + \eta^2 - 75\sqrt{5}\right)^2 = 16.\,5^7.\sqrt{5}.\,\xi^2\,\eta^2$$

Die Polargleichung lautet:

7) $$\varrho\left(\varrho^2 - 75\sqrt{5}\right) = 250\sqrt[4]{125}\,\sin 2\psi$$

Die Epitrochoide ist eine Kurve 10ten Grades; die zwei Doppelpunkte auf jeder der Axen liegen im Abstande $5\sqrt{3}\sqrt[4]{5}$ vom Nullpunkte und die vier Doppelpunkte auf den Winkelhalbirenden $\pm\frac{\pi}{4}$ im Abstande $5\sqrt[4]{5}$ (Tafel I.)

w Ebene.



Für $r > \sqrt[4]{5}$ schliessen die vier Schleifen den Nullpunkt ein, die Epitrochoide hat 16 Doppelpunkte, auf jeder der Axe und auf jeder der Winkelhalbirenden $\pm \frac{\pi}{4}$ je vier, dieselben liegen viermal zu je vieren auf Kreisen um den Nullpunkt.

In den Grenzfällen $r = 0$ u. $r = \infty$ wird die Epitrochoide zu einem Kreis mit unendlich kleinem resp. unendlich grossem Radius.

Ist $\varphi =$ konstant, so erhält man diejenigen Kurven in der w Ebene, welche den Strahlen des Büschels der Geraden um den Nullpunkt der z Ebene von der betreffenden Neigung φ entsprechen. Diese Kurven bilden die Orthogonalschaar zu den Epitrochoiden.

Durch Elimination des variablen r aus den Gleichungen 2.) ergibt sich ihre Gleichung in rechtwinkligen Coordinaten:

8) $(\xi \sin 5\varphi - \eta \cos 5\varphi)^5 = 5^5 . \sin^4 4\varphi\,(\xi \sin \varphi - \eta \cos \varphi)$ und in Polarkoordinaten, indem man $\xi = \varrho \cos \eta$ und $\eta = \varrho \sin \psi$ setzt:

9) $$\varrho^4 = 5^5 \sin^4 4\varphi \frac{\sin(\varphi - \psi)}{\sin^5(5\varphi - \psi)}$$

Es sind diese Kurven *Parabeln fünfter Ordnung* mit einem vierfachen Punkt im Unendlichen in der Richtung $\frac{\eta}{\xi} = \operatorname{tg} 5\varphi$, derselbe ist eine Spitze von der besonderen Art, dass die unendlich fernen Gerade als Tangente in demselben die Kurve in fünf aufeinander folgenden Punkten schneidet. Sämmtliche Parabeln gehen durch den Nullpunkt, und jede hat in demselben eine Inflexionstangente $\frac{\eta}{\xi} = \operatorname{tg} \varphi$, mit 5 zusammenfallenden Berührungspunkten, sie hat dieselbe Neigung, wie der entsprechende Strahl der z Ebene. Jede Parabel besteht aus einem ununterbrochenen, nach 2 Seiten sich ins Unendliche erstreckenden Zweige, dessen Punkte symmetrisch zum Nullpunkt liegen. Die Abschnitte derselben auf den Axen sind dem absoluten Werthe nach gleich oder grösser als 4.

Für $\varphi = 0$ oder $= \pi$ wird nach Gleichung 8):

$\eta^5 = 0$, d. h. der reellen Axe der z Ebene entspricht die fünffach gelegte reelle Axe ξ der w Ebene.

Für $0 < \varphi < \frac{2\pi}{10}$ schneiden die Parabeln die ξ Axe zwischen ± 4 und $\pm \infty$.

Für $\varphi = \frac{\pi}{10}$ ist der unendlich ferne Punkt der η Axe vierfacher Punkt

der Curve, die Parabel schneidet die ξ Axe in den Punkten $\xi = \pm 5{,}235$.

Für $\varphi = \frac{2\pi}{10}$ ist der unendlich ferne Punkt der ξ Axe vierfacher Punkt der Parabel.

Ist $\frac{2\pi}{10} < \varphi < \frac{3\pi}{10}$ so schneidet die Parabel keine der Axen.

Für $\varphi = \frac{\pi}{4}$ fällt sie mit der Winkelhalbirenden $\psi = \frac{\pi}{4}$ zusammen.

Für $\varphi = \frac{3\pi}{10}$ ist der unendlich ferne Punkt der η Axe vierfacher Punkt.

Für $\frac{3\pi}{10} < \varphi < \frac{\pi}{2}$ schneiden die Kurven die η Axe zwischen $\pm \infty$ und ± 4.

Für $\varphi = \frac{\pi}{2}$ wird $\xi^5 = 0$, d. h. der imaginären Axe der z Ebene entspricht die 5fach gelegte imaginäre Axe η der w Ebene.

Bewegt sich φ von $\frac{\pi}{2}$ bis π, so wiederholen sich der Reihe nach dieselben Parabeln, nur sind sie um 90° gedreht, und man erhält sämmtliche Parabeln der Schaar, wenn φ alle Werthe annimmt von 0 bis π.

Der Strahl, $\frac{\eta}{\xi} = \text{tg. } 5\,\varphi$, welcher die Richtung des vierfachen unendlich fernen Punktes der Parabeln 5. Ordnung angibt, dreht sich mit der fünffachen Geschwindigkeit der Inflexionstangente $\frac{\eta}{\xi} = \text{tg. } \varphi$ im Nullpunkt. Macht also der Strahl φ einen Umlauf um den Nullpunkt von 0° bis 360°, so macht jener Richtungsstrahl fünf Umläufe um denselben, die w Ebene erscheint daher fünffach von der Parabelschaar überdeckt.

In Tafel I sind gezeichnet eine Epitrochoide $r < 1$, die Epicycloide $r = 1$, die Epitrochoide $r = \sqrt[4]{5}$ und die Parabeln fünfter Ordnung $\varphi = \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{2\pi}{3}$, und $\frac{5\pi}{6}$ mit ihren Inflexionstangenten im Nullpunkte, sowie die Axenwinkelhalbirenden $\pm \frac{\pi}{4}$ als Grenzfälle von Parabeln.

Wir betrachten nun umgekehrt die Funktionsebene w als Originalebene und legen um den Nullpunkt derselben die concentrische Kreisschaar mit dem veränderlichen Radius R und durch den Nullpunkt das orthogonale Strahlbüschel, dessen Strahlen mit der pos. reellen ξ Axe den veränderlichen Winkel γ bilden.

Jedem Punkte der w Ebene entsprechen, mit Ausnahme der Verzweigungspunkte, fünf verschiedene Punkte der z Ebene, so dem Nullpunkte der w Ebene die fünf verschiedenen Punkte:

$$z = 0,\ z = \pm\sqrt[4]{5} \text{ und } z = \pm i\sqrt[4]{5},$$

es sind dies die sog. *Wurzelpunkte* W_0, W_1, W_2, W_3, W_4 der Funktion. Da nun sämmtliche Kreise der concentrischen Schaar den Nullpunkt $w = 0$ zum Mittelpunkt haben, so umgeben die ihnen entsprechenden Kurven, die *Isotimen*, diese fünf Wurzelpunkte.

Die Gleichung der Isotimen erhält man aus der Funktion w, indem man dieselbe in folgender Form schreibt:

$$w = \xi + \eta i = z\,(z - \sqrt[4]{5})\,(z + \sqrt[4]{5})\,(z - i\sqrt[4]{5})\,(z + i\sqrt[4]{5})$$

wo $\sqrt[4]{5}$ positiv und reell zu nehmen ist. Oder:

10) $$\xi + \eta\, i = (x + y\, i)\,(x + y\, i - \sqrt[4]{5})\,(x + y\, i + \sqrt[4]{5})\,(x + y\, i - i\sqrt[4]{5})\,(x + y\, i + i\sqrt[4]{5})$$

$$\xi - \eta\, i = (x - y\, i)\,(x - y\, i - \sqrt[4]{5})\,(x - y\, i + \sqrt[4]{5})\,(x - y\, i - i\sqrt[4]{5})\,(x - y\, i + i\sqrt[4]{5})$$

Durch Multiplikation beider Gleichungen folgt:

11) $$\xi^2 + \eta^2 = R^2 = \{x^2 + y^2\}\,\{(x - \sqrt[4]{5})^2 + y^2\}\,\{(x + \sqrt[4]{5})^2 + y^2\}\,\{x^2 + (y - \sqrt[4]{5})^2\}\,\{x^2 + (y + \sqrt[4]{5})^2\}$$

wo R der Radius eines Kreises der Schaar ist.

Die einzelnen Klammerfaktoren rechts bezeichnen die Leitstrahlen p_0, p_1, p_2, p_3, p_4, welche von den 5 Wurzelpunkten $z = 0$, $\pm\sqrt[4]{5}$, $\pm i\sqrt[4]{5}$ nach einem Punkt (x, y) der Isotime gehen, die Gleichung derselben kann also geschrieben werden:

12) $$p_0\, p_1\, p_2\, p_3\, p_4 = R$$

Jedem Werthe von R entspricht eine bestimmte Isotime; dieselbe ist somit der Ort aller Punkte, für welche das Produkt der Abstände von den 5 Wurzelpunkten konstant ist.

Durch Ausrechnung der Gleichung 11) erhält man die Gleichung der Isotime in rechtwinkligen Coordinaten:

$$13) \qquad (x^2+y^2)\left\{\left[\left(x^2+y^2\right)^2-5\right]^2+80\,x^2y^2\right\}=R^2,$$

Dieselbe ist eine Kurve 10. Ordnung, symmetrisch zu den Axen, die unendlich fernen imaginären Kreispunkte der Ebene sind 3fache Punkte derselben.

Aus 13) oder 2) ergibt sich die Polargleichung der Isotime:

$$14) \qquad r^{10}-10\,r^6\cos 4\varphi+25\,r^2=R^2$$

Zur Bestimmung der Schnittpunkte mit den Axen $\varphi=0$ und $\varphi=\frac{\pi}{2}$ erhält man die Gleichung:

$$r\,(r^4-5)=\pm R$$

Für $R=0$ reducirt sich die Isotime auf die 5 Wurzelpunkte.

Für $R<4$ besteht sie aus 5 kleinen Ovalen, je eines um einen der Wurzelpunkte. Diese sind in Tafel II wegen ihrer Kleinheit nicht eingezeichnet.

Für $R=4$ erhält man die Isotime mit 4 Doppelpunkten, Knoten, in den 4 Punkten $z=\pm 1, \pm i$, die Kurve bildet in denselben 4 Schleifen, welche die Punkte $z=\pm\sqrt[4]{5}$, $\pm i\sqrt[4]{5}$ und 4 der oben genannten Ovalen umgeben.

Für $R>4$ besteht die Isotime aus einem einzigen Zweige der alle 5 Wurzelpunkte einschliesst und ganz im Endlichen liegt. Tafel (II).

Dem Kreise $R=\infty$ entspricht als Grenzfall ebenfalls ein Kreis mit unendlich grossem Radius.

Alle Strahlen des Büschels gehen durch den Nullpunkt der w Ebene, somit laufen die denselben entsprechenden Kurven, die *Isophasen*, durch die 5 Wurzelpunkte, und da sämmtliche Strahlen durch den unendlich fernen Punkt der w Ebene gehen, so erstrecken sich die Isophasen nach 5 verschiedenen Richtungen ins Unendliche, jede derselben hat 5 Asymptoten durch den Nullpunkt.

Um die Gleichung derselben zu erhalten, bildet man aus den Gleichungen 10) durch Division und Logarithmirung:

$$\mathrm{Lg}\frac{\xi+\eta\,i}{\xi-\eta\,i}=\mathrm{Lg}\frac{x+y\,i}{x-y\,i}+\mathrm{Lg}\frac{x-\sqrt[4]{5}+y\,i}{x-\sqrt[4]{5}-y\,i}+\mathrm{Lg}\frac{x+\sqrt[4]{5}-y\,i}{x+\sqrt[4]{5}+y\,i}$$

$$+ \operatorname{Lg} \frac{x + \left(y - \sqrt[4]{5}\right) i}{x - \left(y + \sqrt[4]{5}\right) i} + \operatorname{Lg} \frac{x + \left(y + \sqrt[4]{5}\right) i}{x - \left(y + \sqrt[4]{5}\right) i}$$

Durch Division mit 2 i folgt:

15) $$\operatorname{arctg} \frac{\eta}{\xi} = \operatorname{arctg} \frac{y}{x} + \operatorname{arctg} \frac{y}{x - \sqrt[4]{5}} + \operatorname{arctg} \frac{y}{x + \sqrt[4]{5}}$$
$$+ \operatorname{arctg} \frac{y - \sqrt[4]{5}}{x} + \operatorname{arctg} \frac{y + \sqrt[4]{5}}{x}$$

als Gleichung der Isophase. Oder:

16) $$\gamma = \Delta_0 + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4$$

wo γ der Neigungswinkel des Strahls in der w Ebene mit der ξ Axe ist und Δ_0, Δ_1, Δ_2, Δ_3 und Δ_4 die Neigungswinkel sind, welche die Radien vectoren von einem Punkt x, y der Isophase nach den 5 Wurzelpunkten $z = 0, \pm \sqrt[4]{5}, \pm i \sqrt[4]{5}$ mit der x Axe bilden. Die Gleichung 16) zeigt, dass die Summe dieser Neigungswinkel für ein und dieselbe Isophase konstant ist, gleich dem Winkel des entsprechenden Strahles.

In Polarkoordinaten erhält man die Gleichung der Isophase aus den Gleichungen 2):

$$\frac{\eta}{\xi} = \operatorname{tg} \gamma = \frac{5\, r \sin \varphi - r^5 \sin 5\, \varphi}{5\, r \cos \varphi - r_5 \cos 5\, \varphi} \text{ oder:}$$

17) $$r^4 = \frac{5 \sin (\varphi - \gamma)}{\sin (5\, (\varphi - \gamma)}$$

Die Kurven, deren sämmtliche man erhält für $\varphi = 0$ bis $\varphi = \pi$, sind von der 5. Ordnung und gehen sämmtlich durch den Nullpunkt, ihre 5 Asymptoten erhält man aus $\sin (5\, \varphi - \gamma) = 0$, also für

$$\varphi = \frac{\gamma + k\, \pi}{5}, \quad (k = 0, 1, 2, 3, 4)$$

sie folgen sich im Winkelabstande $\frac{\gamma + \pi}{5}$. Die Isophasen bestehen aus 5 getrennten unendlichen Zweigen, von denen je einer durch einen der 5 Wurzelpunkte geht, es sind 4 hyperbolische Aeste, zweimal je 2 zwischen 2 Asymptoten symmetrisch zum Nullpunkt, der 5. geht durch den Nullpunkt, symmetrisch zu demselben und hat in ihm die Inflexionstangente $\varphi = \gamma$ mit 5 zusammenfallenden Berührungs-

punkten. Dieser 5. Ast wird viermal zu einer Geraden durch den Nullpunkt, fällt also mit seiner Asymptote zusammen mit den Neigungen $\varphi = 0, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{4}$ für die Werthe $\gamma = 0, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{4}$.

Diejenigen Geraden des Büschels, welche durch die Verzweigungspunkte $w = \pm 4$, $w = \pm 4\,i$ der w Ebene gehen, also die Coordinatenaxen $\gamma = 0$ oder $= \pi$ und $\gamma = \frac{\pi}{2}$ oder $\frac{3\pi}{2}$, liefern Isophasen mit Knotenpunkten in den entsprechenden Punkten der z Ebene, in $z = \pm 1$, $z = \pm i$; diese 4 Knotenpunkte heissen nach Klein die *Kreuzungspunkte* der z Ebene. Die durch dieselben gehende Isotime, welche dem Kreise mit dem Radius $R = 4$ entspricht, hat ihre Doppelpunkte ebenfalls in diesen Kreuzungspunkten und halbirt die Winkel der Isophasen mit Knoten. (Tafel II.)

Die Gleichungen dieser Isophasen erhält man aus Gleichung 17).

1. Für $\gamma = 0$ oder $\gamma = \pi$:

$$r^4 \sin 5\varphi = 5 \sin \varphi$$

Asymptoten: $\varphi = 0, \frac{\pi}{5}, \frac{2\pi}{5}, \frac{3\pi}{5}$ und $\frac{4\pi}{5}$.

Die obige Gleichung zerfällt in:

$$\sin \varphi = 0 \text{ also } \varphi = 0$$

d. h. der 5te Ast fällt mit seiner Asymptote, der reellen Axe x der z Ebene zusammen. Und:

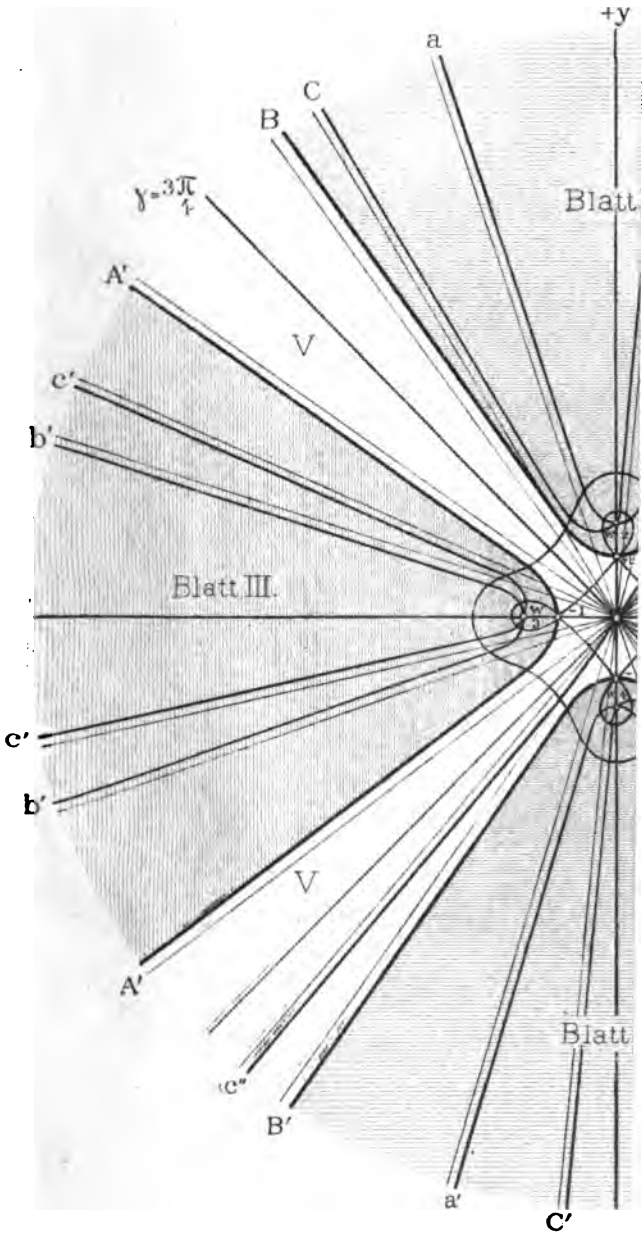
18) $$r^4 (16 \cos^4 \varphi - 12 \cos^2 \varphi + 1) = 5.$$

Diese Gleichung liefert 4 hyperbolische Aeste, zwei derselben A und A′ zwischen den Asymptoten $\varphi = \frac{\pi}{5}$ und $\varphi = \frac{4\pi}{5}$ liegend, gehen resp. durch die Kreuzungspunkte $z = \pm 1$, welche Doppelpunkte sind, die durch den Schnitt der Zweige A, A′ mit dem 5. Zweig, der x Axe, entstehen, die beiden andern Zweige a und a′, zwischen den Asymptoten $\varphi = \frac{2\pi}{5}$ und $\varphi = \frac{3\pi}{5}$ liegend, gehen resp. durch die Wurzelpunkte $z = \pm i \sqrt[4]{5}$.

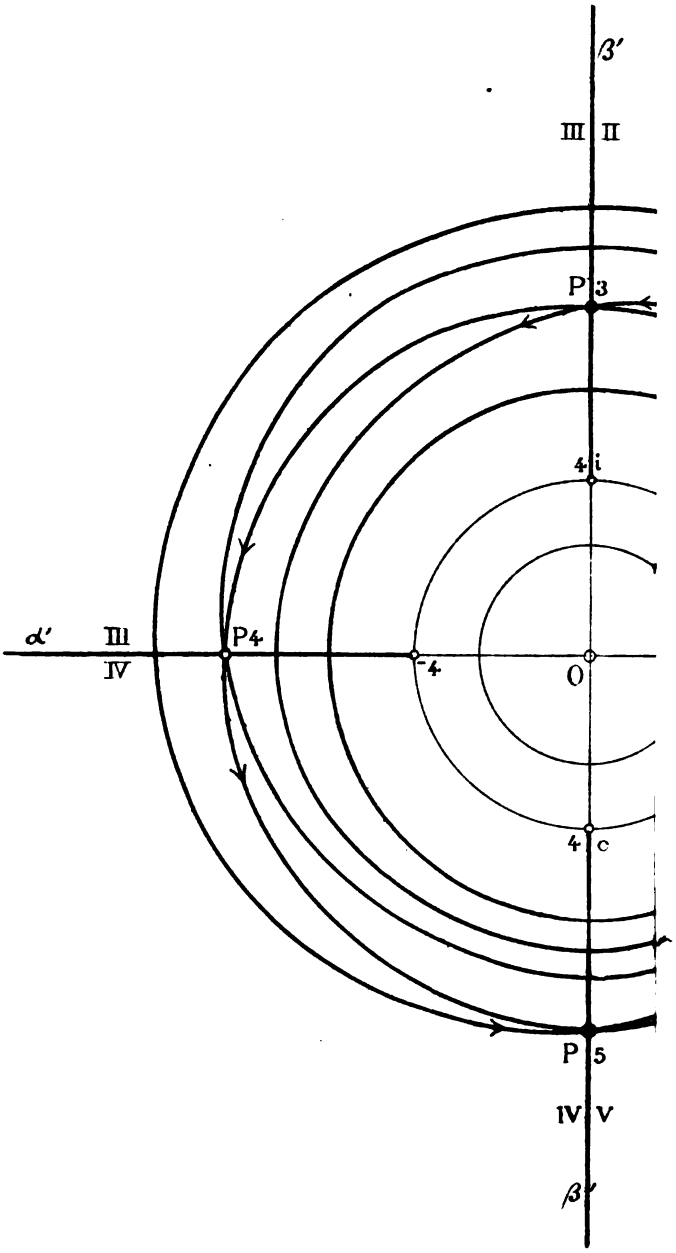
2. Für $\gamma = \frac{\pi}{2}$ oder $\gamma = \frac{3\pi}{2}$ erhält man aus 17) die zweite Isophase mit Knoten:

$$r^4 \cos 5\varphi = 5 \cos \varphi$$

z Ebene.



5 blätterige w Ebene.



Sie zerfällt in $\cos\varphi = 0$, $\varphi = \frac{\pi}{2}$ d. h. der 5. Ast fällt mit der imaginären Axe der z Ebene zusammen, und

19) $$r^4 (16 \sin^4\varphi - 12 \sin^2\varphi + 1) = 5.$$

Ersetzt man φ durch $\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)$, so geht diese Gleichung über in Gleichung 18), es liefert also diese Gleichung dieselben 4 hyperbolischen Aeste wie 18), nur um 90° gedreht. Zwei der Aeste B und B′ gehen resp. durch die Kreuzungspunkte $z = \pm i$, die beiden andern b und b′ resp. durch die Wurzelpunkte $z = \pm \sqrt[4]{5}$.

Die Tafel II enthält daneben noch die Isophase $\gamma = \frac{\pi}{3}$, mit den Zweigen C, C′, c, c′ und c″.

w ist eine eindeutige Funktion von z, während z eine fünfdeutige Funktion von w ist, $w = F(z)$ 1, denn jedem Werthe von w entsprechen in der z Ebene 5 verschiedene Werthe z, Ausnahme findet nur in den Verzweigungspunkten $w = \pm 4$, $w = \pm 4\,i$ und $w = \infty$ statt. In den 4 ersten fallen je zwei der 5 entsprechenden z Werthe zusammen und für $w = \infty$ fallen alle 5 in $z = \infty$ zusammen.

Um z ebenfalls als eindeutige Funktion von w darzustellen, verwendet man die w Ebene in eine *fünfblättrige Riemann'sche Fläche.* Die 5 Blätter liegen unendlich benachbart übereinander und jedes erstreckt sich über die ganze unendliche Ebene. Jedem arithmetischen Werthe von w entsprechen 5 übereinander liegende Punkte dieser Riemann'schen Fläche und diese sind die Repräsentanten der 5 entsprechenden Werthe z.

Die Verzweigungsschnitte werden zwischen den Verzweigungspunkten folgender Weise gelegt:

Von $w = \pm 4$ aus längs der positiven resp. negativen reellen Axe ins Unendliche, α und α' Taf. III.

Von $w = \pm 4\,i$ aus längs der positiven resp. negativen reellen Axe ins Unendliche, β und β'.

Um der Variablen w einen stetigen Uebergang von einem Blatte ins andere zu ermöglichen, heftet man je zwei der Blätter längs eines Verzweigungsschnittes zusammen und zwar längs

$(4, \infty) = \alpha$ das 1. und 2. Blatt,
$(4\,i, \infty\,i) = \beta$ » 2. » 3. »

$(-4, -\infty) = \alpha'$ das 3. und 4. Blatt,
$(-4\,i, -\infty\,i) = \beta'$ » 4. » 5. »

Im Punkte $w = \infty$ hängen alle 5 Blätter zusammen, derselbe ist ein Windungspunkt 4. Ordnung.

Jedem Punkte dieser fünfblättrigen Riemann'schen Fläche entspricht nur ein einziger Punkt der z Ebene und zwar jedem Blatte ein bestimmter Theil derselben, das gegenseitige Entsprechen lässt sich folgenderweise festsetzen:

Den Verzweigungsschnitten entsprechen als Isophasen, wie gesehen, die Kurven 18) und 19) und zwar entspricht dem Verzweigungsschnitte:

$\alpha = (4, \infty)$ der hyperbolische Ast rechts, = A, durch den Kreuzungspunkt $z = 1$ (Tafel II)

$\alpha' = (-4, -\infty)$ der hyperbolische Ast links, = A' durch den Kreuzungspunkt $z = -1$

$\beta = (4\,i, \infty\,i)$ der hyperbolische Ast oben = B durch den Kreuzungspunkt $z = i$

$\beta' = (-4\,i, -\infty\,i)$ der hyperbolische Ast unten = B' durch den Kreuzungspunkt $z = -i$.

Diese vier Aeste schliessen die Aeste durch die Wurzelpunkte aller andern Isophasen ein und sämmtliche Zweige durch den Nullpunkt aus.

Der Zusammenhang der 5blättrigen Riemann'schen Fläche, der w, und der z Ebene sei nur der, dass dem ersten Blatte das Innere des Zweiges A der z Ebene, dem 2ten Blatte das Innere des Zweiges B der z Ebene, dem 3ten Blatte das Innere des Zweiges A' der z Ebene, dem 4ten Blatte das Innere des Zweiges B' der z Ebene entspreche und dem 5. Blatte das noch übrig bleibende Gebiet der z Ebene, das den Nullpunkt enthält.

Macht die Variable w in irgend einem Blatte einen Umlauf um den Nullpunkt auf einem Kreise mit dem Radius $R < 4$, so schliesst derselbe keinen Verzweigungspunkt ein, der Kreis ist also eine in sich zurücklaufende wirklich geschlossene Linie, demselben entspricht also in seiner Abbildung in der z Ebene ebenfalls eine geschlossene Kurve, nämlich, je nach dem Blatte in welchem der Kreis liegt, eines der 5 Ovale, aus welchen die Isotime in der z Ebene für $R < 4$ besteht.

Anders verhält es sich, wenn w den Nullpunkt umläuft auf einem Kreise, für den der Radius $R > 4$ ist.

Seien z_1, z_2, z_3, z_4 und z_5 die 5 einem Werthe von w entsprechenden Werthe der aus der Gleichung $w = 5z - z^5$ hervorgehenden Umkehrungsfunktion $z = F(w)$. Das erste Blatt sei der Ort der Variablen w für die Funktionswerthe z_1, das 2te Blatt derjenige für die Werthe z_2 u. s. w. Die rechte und linke Seite eines Blattes werde nach der rechten und linken Seite eines Beobachters bezeichnet, der im Nullpunkt sich befindet und nach den Verzweigungsschnitten hinsieht.

Bewegt sich nun w auf einem Kreise Radius > 4, so ist die Linie nur dann wirklich geschlossen, wenn sie 5 Umläufe macht, bevor sie wieder zum Ausgangspunkte zurückkommt, denn erst dann nimmt die Funktion z wieder ihren ursprünglichen Werth an. Dass dies bei der getroffenen Zusammenheftung der Blätter wirklich der Fall ist, lässt sich leicht zeigen:

Geht man z. B. mit w in positiver Richtung auf der linken Seite des ersten Blattes von einem Punkte P_1 aus, dem ein bestimmter Funktionswerth z_1 entspricht, und lässt in einem die Verzweigungspunkte umschliessenden Kreise, $R > 4$ im ersten Blatte die Funktion $z_1 = F(w)$ sich stetig ändern. Beim Ueberschreiten des Verzweigungsschnittes α im Punkte P_2 geht der Funktionswerth z_1 in z_2 über, es muss daher die Variable w beim Ueberschreiten desselben stetig in das 2te Blatt übergehen, welches der Ort der Variablen w für die Funktionswerthe z_2 ist. Beim Ueberschreiten des Verzweigungsschnittes β in P_3 geht w in's 3te Blatt über, beim Verzweigungsschnitt α' in P_4 in das 4te Blatt und beim Verzweigungsschnitt β' bei P_5 auf die linke Seite des 5ten Blattes. (Tafel III.) Die Variable w macht nun im 5ten Blatte einen ganzen Umlauf, zurück zu demselben Punkte P_5 auf der rechten Seite des Verzweigungsschnittes β'.

Beim Ueberschreiten dieses Verzweigungspunktes geht z_5 in z_4 über, somit geht w ins vierte Blatt zurück, macht in demselben einen Umlauf bis P_4, geht dort in das dritte Blatt zurück, läuft dort bis P_3, geht ins 2te Blatt zurück, bewegt sich in diesem bis P_2 im Verzweigungsschnitt α, geht ins erste Blatt zurück und kommt nach 5 Umläufen wieder zum Ausgangspunkt P_1 zurück, die Kurve ist eine wirklich geschlossene, also auch die entsprechende Isotime in der z Ebene.

Durch obige Festsetzung des Entsprechens der 5blätterigen Riemann'schen Fläche und der z Ebene, liegt die Epicycloide mit Spitzen

und sämmtliche Epitrochoiden, die den Kreisen der z Ebene entsprechen, für welche $r < 1$, *ganz* im 5ten Blatte. Von den Epitrochoiden, für die $r > 1$ ist, liegen nur die Theile ohne die Schleifen im 5ten Blatte, also 4 Bogen, symmetrisch in den 4 Quadranten zwischen den Axen, mit 4 Spitzen auf denselben, die eine ähnliche Figur bilden wie die Epicycloide. (s. Taf. IV.)

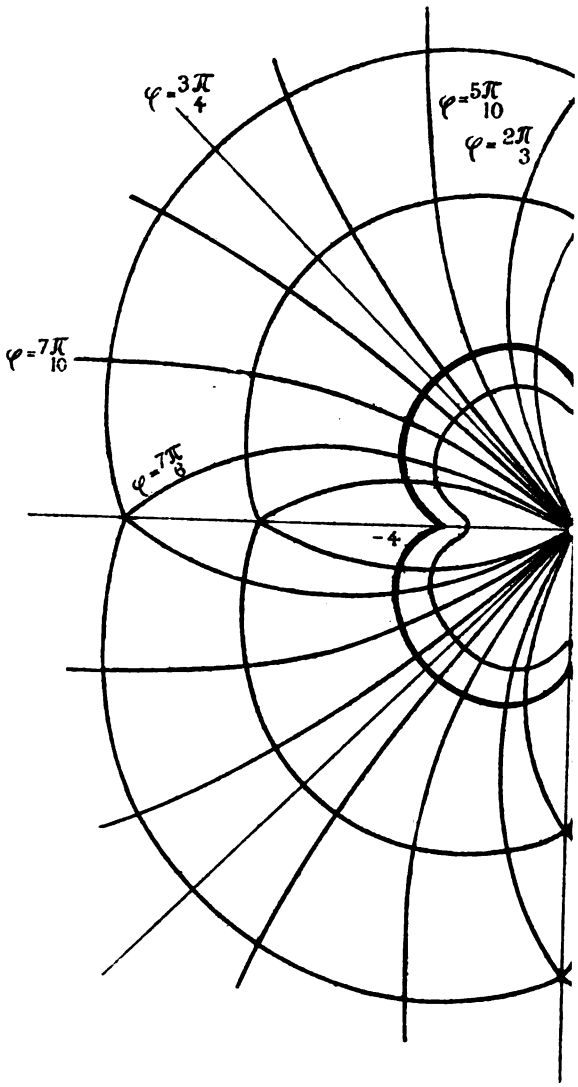
Von den Parabeln 5ter Ordnung liegen diejenigen ihrer ganzen Ausdehnung nach im 5ten Blatte, welche den Geraden zwischen $\varphi = \frac{2\pi}{10}$ und $\varphi = \frac{3\pi}{10}$ und zwischen $\varphi = \frac{7\pi}{10}$ und $\varphi = \frac{8\pi}{10}$ der z Ebene entsprechen, von den übrigen nur der Theil vom Nullpunkt, bis zum Schnittpunkt mit einer der Axen. Diese bilden mit der vorigen Schaar von Epitrochoiden und Theilen derselben ein *isothermisches Kurvensystem.*

Ist der Radius des Kreises $r > 1$, so liegen die Epitrochoiden in allen 5 Blättern und zwar haben die Kreisbogen innerhalb der 4 hyperbolischen Aeste A, B, A′, B′ (Taf. I) als Bilder die 4 Schleifen der Epitrochoiden. Die zwei Schnittpunkte des Kreises mit jedem der hyperbolischen Aeste, welche den Coordinatenaxen entsprechen, sind die Bilder je eines der Doppelpunkte auf den Axen, und die Schnittpunkte desselben mit den hyperbolischen Aesten, welche den Geraden $\pm \frac{\pi}{4}$ entsprechen, sind die Bilder der Doppelpunkte auf den Winkelhalbirenden $\pm \frac{\pi}{4}$ der w Ebene.

Elektrodynamisch kann nur das fünfte Blatt gedeutet werden. Macht man die Epicycloide mit Spitzen zur Einströmungselektrode und leitet die Elektricität im Nullpunkte oder im unendlich fernen Bereiche ab, so sind die Epitrochoiden und Theile derselben, welche im fünften Blatte liegen, Aequipotentialniveaulinien und die Kurven der Orthogonalschaar, die Parabeln 5ter Ordnung und Theile derselben, sind die Strömungslinien.

Durchläuft z einen der Kreise $r =$ konst. seiner Ebene, so durchläuft der entsprechende Punkt w eine Epitrochoide. Ein *eindeutiges* Entsprechen der Punkte des Kreises und der Epitrochoide findet aber nur dann statt, wenn die letzere keine vielfachen Punkte hat, d. h. für die Epitrochoiden, welche ganz im 5ten Blatte liegen, für welche $r < 1$ ist, die Grenze derselben bildet die Epicycloide $r = 1$.

V^tes Blatt der w-Ebene.



Innerhalb des Einheitskreises $r = 1$ der z Ebene entspricht jedem Punkte nur ein einziger Punkt innerhalb der Epicycloide, es wird daher durch die Funktion:

$$w = 5z - z^5$$

das Innere des Einheitskreises der z Ebene konform auf das Innere der Epicycloide mit 4 Spitzen in der w Ebene abgebildet. In der z Ebene bilden die Isophasen die Orthogonalschaar zu der Isotimenschaar. Nehmen in der w Ebene die Radien R der den Isotimen entsprechenden Kreise in einer geometrischen und die Neigungswinkel γ der Strahlen des Büschels um den Nullpunkt in einer arithemischen Reihe zu, so bilden die Isotimen und Isophasen ein isothermisches Kurvensystem. Es geschieht dies, wenn man die Gleichung 12) der Isotimenschaar schreibt:

$$p_0, p_1, p_2, p_3, p_4 = R = e^c \text{ oder:}$$

$$\text{Lg} \prod_{k=0}^{k=4} p_k = \sum_{k=0}^{k=4} \text{Lg}\, p_k = c = \text{konstant.}$$

Und die der Isophasenschaar Gleichung 15):

$$\sum_{k=0}^{k=4} \text{arctang} \frac{y - \beta_k}{x - \alpha_k} = \text{arctang} \frac{\eta}{\xi} = \gamma = \text{konstant,}$$

wo $\alpha_k + \beta_k\, i$ für $k = 0, 1, 2, 3, 4$ je einen der 5 Wurzelpunkte $z = 0, (\alpha_0 = 0, \beta_0 = 0)$, $z = \pm\sqrt[4]{5}, \left(\alpha_1 = \sqrt[4]{5}, \alpha_2 = \sqrt[4]{5}, \beta_1 = \beta_2 = 0\right)$ und $z = \pm i\sqrt[4]{5}\ \left(\alpha_3 = \alpha_4 = 0, \beta_3 = i\sqrt[4]{5},\ \beta_4 = -i\sqrt[4]{5}\right)$ darstellt.

Die isothermischen Parameter c und γ folgen arithmetischen Reihen.

Ist immer $c = \gamma$, so erhält man die Eintheilung der z Ebene in kleine Quadrate.

Es hat keine Schwierigkeiten, das Innere des Einheitskreises auf das Innere einer Epicycloide mit beliebig vielen Spitzen abzubilden, die Untersuchungen bleiben im Wesentlichen dieselben.

Louis Rollier.

Bericht

über die

Paläontologischen Sammlungen

des

Naturhistorischen Museum in Bern.

Vorwort.

Nachfolgender Aufsatz des Herrn Louis Rollier wurde veranlasst durch die Arbeiten des Autors in der Paläontologischen Sammlung des Museums in Bern, welche derselbe im Herbst 1890, im Winter 1890/91 und im Frühjahr 1891 im Auftrag der Museumscommission ausgeführt hat. Herr Rollier hat es unternommen die ganze paläontologische Sammlung des Berner Museums neu zu ordnen, namentlich diejenigen Theile, welche, wie vor Allem die reiche Ooster'sche Sammlung, aus Mangel an Platz der Hauptsammlung noch nicht einverleibt waren. Im Uebrigen galt es, die Versteinerungen des alpinen Juras und der Kreide durchzunehmen und neu aufzustellen, während in den letzten Jahren diejenigen des Eocäns, der Molasse, des Löss, sowie die quartären Säugethierreste durch die Herren Dr. Kissling, Dr. Jenny und Prof. Th. Studer bearbeitet worden sind. Die Hauptarbeit aber, welcher sich Herr L. Rollier gewidmet hat, war, wie gesagt, die Einreihung der grossen Petrefakten-Sammlung des Hrn. Alexander Ooster in die Allgemeine paläontologische Sammlung.

Diese namentlich aus Petrefakten der westlichen Kalkalpen bestehende Sammlung, aus über 7000 Nummern bestehend, wurde im Jahre 1868 von Herrn A. Ooster dem Museum geschenkt.

Die Sammlung war im alten Museum in provisorischen Holzgestellen mit offenen Schubladen untergebracht. Leider musste dieselbe auch im neuen Museum nach der Einordnung der übrigen paläontologischen Sammlungen und nach dem Tode Professor Bachmanns noch in den provisorischen Gestellen untergebracht verbleiben, und erst im Laufe des letzten Jahres wurde durch eine entsprechende Ver-

mehrung des Mobiliars der Paläontologischen Sammlung die Möglichkeit gegeben, dieselbe endlich aufzunehmen. Es ist die genaue Durchsicht, Sortirung und Neuaufstellung der Ooster'schen und übrigen Sammlungen, worüber in Folgendem Herr Rollier berichtet. Vorerst mögen hier noch die wichtigeren Publikationen des Herrn A. Ooster und seines Schwagers, des Herrn von Fischer-Ooster, aufgezählt werden.

Dr. Edm. v. Fellenberg.

W. A. Ooster.

Pétrifications remarquables des Alpes suisses.

Catalogue des Céphalopodes fossiles des Alpes suisses. *Zurich 1861.* Mit 61 Tafeln.

Synopsis des Echinodermes fossiles des Alpes suisses. Mit 29 Tafeln. *Genève et Bâle 1865.*

Le Corallien de Wimmis avec une introduction géologique. Mit 24 Tafeln. *Genève et Bâle 1869.*

Protezoë helvetica.

Mittheilungen aus dem Berner Museum der Naturgeschichte über merkwürdige Thier- u. Pflanzenreste der schweizerischen Vorwelt. Herausgegeben von W. A. Ooster und C. von Fischer-Ooster. Mit 10 Tafeln, einer Karte und einem Holzschnitt. *Genf und Basel 1869.*

C. v. Fischer-Ooster.

Die fossilen Fucoïden der Schweizer-Alpen, nebst Erörterungen über deren geologisches Alter. Mit 18 Tafeln. *Bern 1858.*

Erster Theil.

Wie oben erwähnt, wurde das reichhaltige Material der von Herrn A. Ooster dem Berner Museum geschenkten Sammlung vorherrschend alpiner Petrefacten zur Zeit der Eröffnung des neuen Museums nur zum allerkleinsten Theil in die allgemeine Petrefacten-Sammlung eingereiht. Das Einräumen geschah damals nur provisorisch, so dass zur Herstellung einer geordneten paläontologischen Sammlung eine gründliche Umstellung und neue Anordnung, be-

sonders der ganzen Schubladenkasten unter den Schauschränken, sich als eine Nothwendigkeit erwies. Es wurden seiner Zeit schon von Herrn Prof. Baltzer, unter Mithülfe der Herren Studenten Jenny und Kissling, die wichtigsten Schaustücke aufgestellt, so dass die allgemeine Classification dadurch gegeben war. Diese Aufstellung geschah in der natürlichen geologischen Reihenfolge der Formationen, als: Silur und Devon, Carbon und Dyas, Trias, Jura, Kreide, Tertiär und Diluvium, in je einer oder mehreren entsprechenden Vitrinen. Durch diesen Aufstellungsmodus kann man die historische Entwicklung der Thier- und Pflanzenformen von der Urzeit an bis zur Diluvialperiode verfolgen, in der Weise, dass die zusammengelagerten, (d. h. die gleichzeitigen) Formen immer beisammen bleiben, sodass Besucher und Studierende, so gut wie der Special-Geologe aus den durch Versteinerung erhaltenen Thier- und Pflanzenüberresten ein Gesammtbild der ganzen Schöpfungsgeschichte erhalten. Zwar sind die Pflanzen vom Carbon weg bis zum Tertiär für sich in zwei Montren in der angeführten Weise, d. h. Reihenfolge aufgestellt und sollen weiter unten, im Anschluss an die fossilen Thierreste, besprochen werden. Die übrigen Vitrinen enthalten dagegen nur Thierreste. Dies ist für die Paläontologie die beste und sicherste Classification, denn, würde man z. B. die Fossilien nach den zoologischen Klassen und Ordnungen einreihen, könnten leicht bemerkenswerthe Stücke gar keinen Platz finden. Die Klassen und Ordnungen der jetzigen Schöpfung können sich folgerichtigerweise nur auf die jetzt lebenden Wesen beziehen. Innerhalb der verschiedenen geologischen Gruppen kann man jedoch die bezüglichen Klassen und Ordnungen aufstellen, wie sie uns die Petrefakten in zoologischer Reihenfolge kennen lernen. Es ist somit im Museum eine sowohl allgemein-geologische, als speciell-zoologische Anordnung der Petrefakten combinirt worden. Dieselbe wird sich auf die Länge bewähren, weil sie am besten eine rasche Uebersicht und die vielen natürlichen Beziehungen der ausgestorbenen Wesen zu einander gewährt.

Keine paläontologische Sammlung darf man sich so reich und vollständig denken, dass sie die ganze Schöpfungsgeschichte erläutern könnte. Es werden ja die nach den jetzigen geologischen Forschungen bekannten und bis zum Ende des Jahrhunderts noch entdeckten und beschriebenen Thierspecies auf ca. 100,000 geschätzt. Dies wären also die von allen Seiten her gesammelten fossilen Thierformen, aus welchen

wir das fortschreitend sich entwickelnde thierische Leben der Vorwelt zu reconstruiren und zu studiren bereits im Stande sind. Doch nirgends können wir so reiche Schätze beisammen sehen. Viele Exemplare gehören zu den Seltenheiten und Einzelfunden, deren Originale nur in diesem oder jenem Museum aufbewahrt werden. Wir müssen jene wichtigen Original-Exemplare, jene Unica, abgebildet oder abgegossen, uns zu verschaffen suchen. Aber auch manche Stücke unter unseren Versteinerungen sind Originale, und diese sind vor allen andern würdig, passend aufgestellt zu werden. Es wird von den fremden Besuchern nicht nach den Stücken, die man in London, Paris oder München sieht, gefragt, sondern eben nach den Merkwürdigkeiten des Schweizerlandes, vor Allem nach den Fossilien aus dem Alpengebiet, des Tertiärlandes und des Juragebirges. Somit wurde den einheimischen Petrefakten in unseren Sammlungen der beste Platz eingeräumt, und deren Hauptstock wird wohl die mit viel Zeit und Geld, Lust und Geduld erworbene, grosse und berühmte Sammlung des Herrn A. Ooster in Bern noch lange bleiben.

Von den ausländischen Formen wird nur das Charakteristische und für den Unterricht Unentbehrlichste aufgestellt, indem für ein eingehenderes Studium ein reichhaltigeres Material in den Schubladen zur Verfügung steht.

Nachfolgend können wir jetzt zur Beschreibung des Inhaltes der einzelnen Vitrinen übergehen und zwar indem von denselben, von unten nach oben, von den älteren zu den jüngeren Formationen fortschreitend, stets nur das Wesentlichste aus derem reichen Inhalte hervorgehoben wird.

A. Silur.

Wenn wir mit den älteren Thierformen beginnen, so finden wir hier zunächst Graptolithen und Korallen, wie z. B. mehrere Cyathophyllen aus Böhmen; dann eine grössere Reihe von Brachiopoden wie Rhynchonellen, Meristellen, Orthis, Spirifera, Pentamerus, ebenfalls aus Böhmen, einzelne auch von Dudley (England) anzuführen. Die Bivalven und Gasteropoden treten mit folgenden Generis auf: Cardiola, Natica, Pleurotomaria, Tuba, Euomphalus, Capulus. Die Cephalopoden sind besonders durch schöne Orthoceras, hauptsächlich aus Böhmen repräsentirt, dann sind Ophioceras, Gyroceras, Trochoceras, Phragmoceras,

viele Cyrtoceras auch gut vertreten. Dieses Material wurde vom geologischeu Institut der k. k. Universität in Prag bezogen. Die Trilobitensammlung ist auch wichtig, indem man hier viele Species folgender Genera vorfindet: Agnotus, Trinucleus, Calymene, Phacops, 6 sp., Paradoxides, Dalmanites, der letzteren wohl 10 Species.

B. Devon.

Eine Reihe Korallen aus der Eifel wurden durch Herrn Professor Baltzer und Herrn Alt-Gemeinderath B. Studer geschenkt: Cyathophyllum, Heliolithes, Porites, Favosites, Calamopora, Syringopora, Columnaria. Von den Seelilien wurden Rhodocrinus, Eucalyptocrinus, Cupressocrinus, Cyathocrinus entweder geschenkt oder von A. Krantz in Bonn gekauft. Die zahlreichsten und häufigsten Repräsentanten der Fauna sind die Brachiopoden, von denen über 200 Schächtelchen voll, fast alle aus der Eifel, vorhanden sind. Die wichtigsten Gattungen sind Rhynchonella, Orthis, Strophomena, Chonetes, Cyrtina, Pentamerus, Spirifer, Spirigerina und Stringocephalus. Erwähnenswerth ist ein grosses Stück von Stringocephalus Burtini Defr. aus der mitteldevonischen Grauwacke von Paffrath bei Köln. Ebenso ein grösseres Handstück des Grauwackensandsteins mit schönen Spiriferen von Singhofen bei Nassau, geschenkt durch Herrn Sekundarlehrer Jakob in Biel.

Die Liste der Acephalen ist vollständiger als diejenige des Silur: hier finden wir namentlich Avicula, Lucina, Venulites, Grammysia, Cardiola, Conocardium, Megalodon, Sanguinolaria, Cypricardia, meistens aus der Eifel vorhanden.

Die Gasteropoden haben ebenfalls an Mannigfaltigkeit zugenommen. Hier weist die Sammlung auf: Natica subcostata von Paffrath, Turbo armatus aus der Eifel, Ampullaria, Pleurotomaria, Macrocheilus arculatus (Paffrath), Murchisonia Pirkuesana aus der Provincia de Castellon (Prof. Villanova), Bellerophon, Euomphalus, als schöne Exemplare auf.

Cephalopoden sind hingegen spärlicher geworden. Schön ist Goniatites tenuistriatus aus dem rothen Kalk von Bredelar in Westphalen, dann kleinere verkieste Goniatiten aus der Eifel, Orthoceras vittatum und tenuilineatum von Bredelar, Cyrtoceras costatum (Eifel), und kleine Orthoceras vertreten im Devon jene Thiergruppe.

Die Trilobiten sind ebenfalls am Absterben, darum haben wir hier nur 5 Species Phacops aus der Eifel und Asaphus Brongnarti von Caen anzuführen.

C. Carbon.

Es ist hier eine amerikanische Fauna niederer Thiere vertreten, welche die schönsten Sachen aufweist. Spongien treten zunächst aus der Nicaraguagruppe von West-Tenessee mit Astylospongia inornata auf. Wunderschön sind die von der Hochschule und dem Museum gemeinsam angekauften, mit erhaltenem Kelch auf einem grauen Thonschiefer aufsitzenden Seelilien aus Crawfordsville (Indiana), der Keokuk-Gruppe angehörend. Wir finden hier schon eine ganze Anzahl Genera vertreten: Platycrinus, Scaphiocrinus, Onychocrinus, Bathocrinus, Haplocrinus, Forbesocrinus, Eretmocrinus und Goniastroidocrinus. Pentremites ist aus Alabama und Amphoracrinus aus Irland vertreten.

Die Brachiopoden wurden im Bergkalk von Irland und von Visé in Belgien gesammelt. Hier findet man: Rhynchonella, Spirifera mit 10 Species, Orthis der am Absterben begriffen ist, Atrypa, Cyrtia und Chonetes in nur wenigen Exemplaren. Dann tritt Productus mit schönen und grossen Arten, wie Productus giganteus, latissimus und Llangollensis nebst kleineren Stücken, zum ersten Mal auf. Auch Terebratula zeigt sich hier zum ersten Mal.

Aus den Mollusken ist nur weniges anzuführen: Cardiomorpha oblonga von Irland, Bellerophon von Visé, Euomphalus von Dublin, und einige wenige Goniatiten und Orthoceras von verschiedenen Lokalitäten.

Auch kommen noch einzelne Triboliten vor: Es sind Phacops und Calymenearten aus Amerika.

Von der Lokalität Armagh in Irland sind Fischzähne und Panzerstücke vorhanden, die einer ganzen Reihe Genera angehören. Dieselben sind: Psammodus, Psephodus, Poecilodus, Petalodus, Cochliodus, Helodus, Deltodus, Copodus, Ctenopetalus, Polyrhizodus und Delloptychius. Aber auch einen ganzen Fisch: Gyracanthus formosus aus den Coalmeasures von Dalkeith, weist die Sammlung auf.

D. Dyas.

Diese spärlich in der Schweiz ausgebildete Formation ist immerhin, wie auch in den angrenzenden Ländern, arm an fossilen Ueberresten. Wir besitzen aus dem Todtliegenden (Vogesensandstein, Verrucano) wie aus dem Zechstein, kein einziges einheimisches Belegstück, um das thierische Leben während der Dyasperiode zu repräsentiren. Dagegen sind einzelne Petrefakten aus Deutschland in wenigen

Exemplaren, meist aus dem Zechstein von Gera vorhanden. Es sind kleine Arten von: Orthisina, Spirifer, Productus, Terebratula; und einzelne Acephalen wie Pecten, Avicula, Myoconcha, Gervillia, Leda, Cucullæa. Seltener sind noch die Gasteropoden von denen nur Natica und Pleurotomaria vorkommen, dann auch ein Nautilus.

Aus dem Kupferschiefer von Eisleben sind schöne Fischabdrücke von Pygopterus, Acanthodes, Dithyrocaris, Palaeoniscus etc. gekauft worden. Ebenso aus dem rothen Schiefer von Ruppersdorf in Böhmen und dem schwarzen Permien von Autun, namentlich Palaeoniscus Blainvillei auf einer grossen Schieferplatte.

E^a. Trias.

a) *Buntsandstein.* Selten sind Petrefakten im Buntsandstein erhalten. Was im Museum vorhanden ist, stammt aus den oberen Schichten dieser Bildung und zeigt auffallende Beziehungen zur Muschelkalkfauna. Es sind etwelche Stücke von Sulzbach und Plombières im Elsass: Myophoria curvirostris, Ostrea, Pecten und Plagiostoma, Mya elongata, Natica und Turritella Schröteri nebst einigen Wirbelthierresten. Bemerkenswerth sind zwei grosse Sandsteinplatten von Hildburghausen mit sogenannten Thierfährten von Chirosaurus Barthi.

b) *Muschelkalk.* Hier erst begegnet uns die älteste Fauna unseres Landes; zahlreiche Molluskenreste wurden in den Wellenbildungen und in dem eigentlichen Muschelkalk der Nordschweiz von Herrn Dr. Mösch gesammelt. Viele ausländische Stücke wurden ihnen beigelegt; immerhin ist das Hauptmaterial für die schweizerische Geologie bezeichnend. Hier sehen wir zunächst schöne geschlossene Kelche des Encrinus liliiformis aus dem Hannöverschen und von Braunschweig, ebendaher eine grosse mit Plagiostomenschalen bedeckte Steinplatte. Von Crailsheim ist auch ein grosses mit Encrinitengliedern besetztes Stück, als charakteristisch für diese Bildung, aufgestellt worden.

Die Brachiopoden sind nur durch Terebratula vulgaris von Etzgen im Aargau und von anderen fremden Lokalitäten vertreten.

Hingegen an Acephalen sind Myophoria, Avicula, Gervillia, Pleuromyaarten, ferner Lima lineata und striata, sowie Pecten laevigatus in grossen Serien und Varietäten vorhanden, welche Herr Dr. Mösch aus verschiedenen Lokalitäten des Kantons Aargau geliefert hat.

An Gasteropoden sind nur wenige Turritella und Melania in einzelnen Exemplaren da, dann fehlen Ceratitesnodosus und semipartitus natürlich

nicht, sind im Gegentheil aus allen möglichen Lokalitäten repräsentirt, wie auch Nautilus bidorsatus, der aus Würtemberg in grösseren Exemplaren aufgestellt ist.

Aus Würtemberg sind auch schöne Krebse vorhanden, besonders Pemphix Sueuri. Dann Kleinigkeiten aus dem italienischen Muschelkalk von Varenna und Campidello.

c) *Keuper.* Der schweizerische Keuper ist ebenfalls ärmer als der deutsche und besonders der würtembergische, vertreten. Selten findet man eine belangreiche Sammlung jener Bildung zusammengestellt; einzelne Vorkommnisse werden deswegen werthvoller sein. So hat Herr Dr. Mösch in Gansingen in einem mit Muschelbrut erfüllten gelben Kalkstein, im sogenannten Keuperkalk, zahlreiche kleine Belegstücke gesammelt. Heben wir noch aus der allgemeinen Sammlung etliche Muscheln wie Myophoria, Lingula tenuissima und Posidonia minuta hervor.

Hingegen sind die Wirbelthiere, Fisch- und Saurier-Reste wichtiger. Gypsabgüsse von den merkwürdigen Mastodonsaurus Jägeri und Belodon Kapfi geben eine gute Idee von den Stuttgarteroriginalen. Aechte Schild- uud Knochenreste sind von Crailsheim aus der Lettenkohle reichlich vertreten.

d) *Bonebed.* Aus dem sogenannten Bonebed sind auch etliche deutsche Vorkommnisse von Rothweil, Nürtingen uud Birkengähren durch Pecten, Gervillia, Avicula contorta, Cardium cloacinum in den Schubladen verwahrt. Ferner wurden durch Herrn Dr. Thiessing, aus dem Tunnel von Montmelon, etwelche Zähne wie: Acrodus minimus, Saurichthys acuminatus, Sargodon tomicus etc., als schweizerische Repräsentanten des Bonebeds in einem schwarzen Thonkalk auftretend, gesammelt.

E^b. Alpine Trias.

Zunächst sind es die so schön erhaltenen Hallstätterfossilien, die wir aufzuweisen haben. So hauptsächlich Goniatites und Orthoceras, die hier noch fortgelebt haben, dann auch Ammonitenarten wie Am. aratus, Ramsaueri, Johannis Austriae, umbilicatus, respondens etc., nebst Monotis salinaria. Dann sind aus den Werfener und Compilerschichten von Corvara und St. Leonhard verschiedene Mollusken von Prof. Baltzer geschenkt worden; ferner war etwas aus dem Schartenberg früher schon da, so dass sich eine Reihe von triasischen Fossilien aus der Südzone angesammelt hat. Von St. Cassian ist eine ganze Sammlung zum Theil aufgestellt, das Uebrige befindet sich bei dem wissenschaftlichen Material in den Schubladen aufbewahrt. Man findet dort

Spongien wie Gnemidium, Scyphia, Ceriopora, Crinoïden wie Encrinus, Pentacrinites und Pentacrinus, Echiniden, besonders Stacheln von Cidaris, ferner Rhynchonella und Terebratula. An Acephalen sind nur kleinere Arten, wie überhaupt von der ganzen Fauna vorhanden. Es sind: Cassianella, Leda, Nucula (verschiedene Arten), Cardita crenata, Plicatula, Avicula, ferner eine ganze Reihe kleiner Gasteropoden der Genera: Natica, Turritella, Pleurotomaria, Melania, Bellerophon, Monodonta, Dentalium angehörend. Cephalopoden sind noch Orthoceras, Goniatites und einige Ammoniten.

Die Raiblerschichten hat das Museum spärlich vertreten, nur einige Acephalen. Einen schönen Fischkopf schenkte Prof. Baltzer aus den Fischschiefern von Perledo am Comersee. Dann ebenfalls eine schöne Sammlung von Petrefakten aus dem Esinokalk wurde von Prof. Baltzer aufgestellt, in der wir hauptsächlich Natica monstrum, Chemnitzia Escheri, Purpura, Goniatiten und Ammoniten aus Val Molina und Col di Prato aufzählen.

F. Jura.

Mit der Rhätischen Stufe treten wir an die überreichen Schätze der Ooster'schen Sammlung, welche Glaskasten und Schubladen mit ihrem werthvollen Material erfüllen, indem nur die bezeichnendsten oder schönsten Stücke aufgestellt werden konnten.

Es müssen sich dann die Besucher die Schubladen zeigen lassen, um einen allgemeinen Ueberblick über das paläontologische Material zu gewinnen, wie auch um dasselbe zu studieren. Aus der Ooster'schen Sammlung wartet jedoch noch gar Manches einer neuen Bestimmung und Beschreibung, was jetzt endlich möglich, indem die ganze Sammlung systematisch eingereiht werden soll.

a) In der Rhätischen Stufe treffen wir zunächst etwelche Petrefakten aus den Kössenerschichten wie Terebratula oxycolpus, Waldheimia norica, sowie Gervilia praecursor und Pecten cloacinum aus dem Schwarzloser-Graben.

Dann haben wir die unzähligen Exemplare von Ostrea, Pecten, Lima, Avicula, Placunopsis, Mytilus, Cardita, Myophoria, Natica, Ditremaria, Rhynchonella, Terebratula, Cidaris etc. aus dem alpinen Rhät der Stockhornkette, der Wallopalp im Simmenthal, von der Spiezfluh, von Broc, Plan-Falcon und Grévalets im Kanton Freiburg. Wie gesagt, ist diese reiche Ausbeute meistens in den Schubladen zu suchen.

Aufgestellt sind noch die charakteristischen Ammoniten des Infra-Lias, wie Ammonites angulatus und planorbis aus dem Aargau und aus Würtemberg. Von der Schambelen an der Reuss sind nur zwei Stücke vorhanden, nämlich Penaeus liasicus und Glyphaea Heeri.

b) *Unterlias.* Es sind zunächst die Leitfossilien des Arieten- und Gryphitenkalkes, besonders aus dem Aargau und dem Randen, reichlich vertreten. Pentacrinus tuberculatus, Spiriferina, Rhynchonella- und Terebratula-Arten sind genügend vorhanden. Dann eine grosse Reihe der charakteristischen Gryphaea arcuata und obliqua aus vielen Juralokalitäten. Plagiostoma gigantea in prachtvollen Stücken vom Randen und südlich von Säckingen, wie die seltenere Lima succincta. Von höheren Acephalen ist ein schönes Material aus Cardinien, Tellinen und Pholadomyen bestehend, von Gasteropoden grössere Exemplare von Pleurotomaria und Trochus vorhanden. Ammoniten verschiedener Arietitesarten sind grosse und schön erhaltene würtembergische, Schaffhauser- und Aargauer-Vorkommnisse, von denen wir die riesigen Ammonites Bucklandi von Stuttgart und bisulcatus von Monterri (Dr. Thiessing) hervorheben wollen. Auch ist Nautilus in seinen beiden Arten, N. striatus und intermedius, vertreten.

Aus dem übrigen unteren Lias, den sogenannten Numismalismergeln sind kleinere verkieste Sachen aufgestellt, die zu den zierlichsten Fossilien gehören und die schönsten Formen darstellen. So die Waldheimia numismalis, Rhynchonella rimosa und scalpellum, auch Spiriferina sp., dann schöne Ammoniten, wie Am. oxynotus, liasicus, bifer, planicosta, obtusus, raricostatus, capricornus etc. Einige englische schöne Sachen wurden den einheimischen angereiht.

Auch der italienische Unterlias ist durch seine schönen, meist rothen und marmorisirten Petrefakten interessant. Zuerst finden wir kleine Fossilien von Hierlatz vor, dann wurden in den Steinbrüchen von Arzo westlich von Mendrisio schöne Rhynchonellen, Terebrateln und Spiriferen nebst einigen Ammoniten, Nautilen und Seelilien durch die HH. Prof. Baltzer und Dr. E. von Fellenberg, wie früher schon durch Prof. B. Studer reichlich gesammelt. Aus den Adnetherschichten sind ungefähr zwanzig mittelgrosse Ammoniten, die wiederum einem rothen Kalk angehören, wegen Platzmangels in den Schubladen untergebracht; ebenso verschiedene Vorkommnisse aus einem rothen oolithischen Gestein von Schöppenstädt im Hannöverschen.

b) *Mittlerer Lias.* Im mittleren Lias zählen wir nur wenige, aber schön erhaltene Exemplare auf. Dort sind von Ammonites mar-

garitatus eine Menge kleinerer verkiester Exemplare aus allen möglichen Lokalitäten vorhanden, meistens aber würtembergische. Auch schöne Ammoniten von Lyme-Regis in England ermöglichen den Vergleich mit unseren kleineren Jura-Vorkommnissen. Es sind von Lyme-Regis Ammonites ibex, Henleyi, lataecosta, Loscombi, Maugenesti und armatus vorhanden. Ein schöner Ammonites armatus aus dem Frickthal wurde von Dr. v. Fellenberg beigefügt. Es ist ferner Ammonites Davoei vom Randen bemerkenswerth. Andere Fossilien, wenn auch weniger wichtig, dürfen in einer charakterisirenden Aufzählung nicht fehlen; es sind Nautilus inornatus, Belemnites paxillosus, Trochus anglicus, Pholadomya ambigua, Pecten aequivalvis und Plicatula spinosa. Von den Wirbelthieren hat man einige Saurierwirbel, eine Flosse von Ichthyosaurus communis und einen Kiefer von Hybodus reticulatus aus Lyme-Regis aufgestellt. Dann ist auf dem Schrank ein grosses Exemplar des Amm. heterophyllus aus Würtemberg zu sehen.

Oostersche Sammlung. Um das Studium zu erleichtern, wurden die unterliasischen Petrefakten der Ooster'schen Sammlung in der Vitrine des Unterlias ebenfalls, aber für sich, aufgestellt. Da treffen wir hier die nämliche Suite nochmals, doch immerhin theils durch andere Arten, theils durch deformirte Petrefakten vertreten. Die Sammlung ist besonders an Ammoniten, Nautilen, Acephalen und einigen Gasteropoden reich, und wurde seiner Zeit schon durch Herrn C. v. Fischer-Ooster etiquettirt, dann durch Herrn Dr. Mösch revidirt und bestimmt. Obgleich nun nicht alle Lokalitäts- und Fundortsangaben für einzelne isolirte Stücke mit wünschenswerther Sicherheit von Herrn Ooster angegeben sein mögen, muss man dennoch bei eingehenderem Studium anerkennen, dass die Hauptfundorte für alpine Petrefakten richtig und wahrheitsgemäss repräsentirt sind, und dass sich wohl nirgends ein so reichhaltiges Material, aus den westlichen Kalkalpen der Schweiz zusammengebracht, vorfindet.

So sind die schwarzen Liaskalke von der Blumensteinallmend und vom Langeneckgrat in der Stockhornkette systematisch ausgebeutet worden, und die wichtigen Einschlüsse, die sie geliefert haben, bleiben dem Berner Museum gesichert. Wir wollen nicht alle einzelnen Arten hier aufzählen; es sind grössere und kleinere, zum Theil wohl erhaltene Petrefakten, von denen die Ammoniten die häufigsten sind. Sie scheinen

im Allgemeinen etwas jünger als diejenigen des Gryphitenkalkes zu sein und zeigen nähere Verwandtschaft mit denjenigen der Adnetherschichten. Doch könnten sie mehreren Horizonten angehören. Es ist auch eine Reihe anderer Thierreste vorhanden, welche besonders die Genera: Gryphaea, Pecten, Lima, Avicula, Plicatula, Cardita aufweisen, nebst Gasteropoden und Brachiopoden, die allerdings die Grundlage einer alpinen Monographie gelegentlich bieten dürften.

An der Oberferdenalp und am Ferdenrothhorn im Ferdenthale, einem westlichen Seitenthale des Lötschenthales, wurde von Herrn Dr. v. Fellenberg eine Sammlung unterliasischer Petrefakten zusammengebracht, die nähere Beziehungen zu denjenigen des Arieten- und Gryphitenkalkes zeigen. So ist nach den Bestimmungen der Herren Dr. Mösch und Prof. Renevier die Hettangegruppe mit Ammonites angulatus nachgewiesen worden. Ferner lassen Arietenammoniten, obgleich sehr verzerrt, Nautilus striatus und Plagiostomen die Sémurstufe erkennen. In Oberferden kommt auch Gryphaea arcuata massenhaft vor.

Der mittlere Lias ist vom Col-des-Encombres durch Ammonites margaritatus in einem tiefschwarzen Kalk vertreten. Dann haben noch fragliche Bildungen am Bodmi, am Sigriswylgrat, an der Wallopalp im Simmenthal eine Reihe von Petrefakten geliefert, die auch nicht zu den gemeinsten gehören.

c) *Oberer Lias.* Nehmen wir hier zunächst die weit verbreitete Bildung der Posidonien- oder Liasschiefer in Betracht, die besonders in Boll (Würtemberg) entwickelt sind und die allerschönsten Echsen- und Fischskelette geliefert haben. In allen grösseren paläontologischen Sammlungen findet man mehr oder weniger schöne und grosse Exemplare aufgestellt, die vielfache Verschiedenheiten, meist in vorzüglicher Erhaltung, aufweisen. Von diesen Prachtsexemplaren, die meist von Emil Meyrat herauspräparirt wurden, finden sich im Berner Museum fünf grosse Platten zur Dekoration des Saales aufgehängt; nämlich 1. Teleosaurus Bollensis von Holzmaden, prachtvolles completes Exemplar (von Hauff präparirt). 2. Teleosaurus Bollensis, grösseres Stück, an welchem Kopf und Wirbelsäule gut sichtbar, ebenfalls von Holzmaden, mit Unterstützung des Herrn F. Bürki, 1874 gekauft. 3. Ein kleiner 1 m. langer Ichthyosaurus avirostris von Holzmaden. 4. Prachtsexemplar des Ichthyosaurus communis von Boll, fast 3 m lang und complet mit Rippen, Flossen und Kopf. 5. Ichthyosaurus tenuirostris aus dem Liasschiefer der Alpweide von Teysachaux, am westlichen Fusse der

Molésonkette, entdeckt im Februar 1870 durch J. Cardinaux von Châtel-St.-Denis. Hals und Körper mit zwei Flossen erhalten, das einzige Exemplar, das bis jetzt in der Schweiz entdeckt wurde. Siehe Beschreibung und Abbildung in den Protozoë helvetica p. 73. 7. Abguss vom Mystriosauruskopf von Holzmaden.

Von Boll und Holzmaden stammend sind noch schön erhaltene Fische, wie man sie hin und wieder in den Sammlungen antrifft, gekauft worden, nämlich: Ptycholepis Bollensis, Holzmaden, Lepidotus Elvensis, Holzmaden, nebst einem Abguss von Ohmden, Dapedius pholidotus von Holzmaden und Boll, mehrere Exemplare des Dapedius punctatus und Pachycornus curtus von Holzmaden.

Von den Mollusken sind eine Reihe Cephalopoden aus den bereits erwähnten Schiefern von Würtemberg, hauptsächlich lange vollständige Belemnitenknochen, Bel. acutus und acuarius, Schalenreste von Beloteuthis Bollensis von Holzmaden zu finden. Verkieste, gut erhaltene Ammoniten aus diesem Niveau: Ammonites communis, Holandrei, heterophyllus crassus und serpentinus sind ebenfalls vorhanden, nebst Estheria (Posidonía) Bronni und Pentacrinus Bollensis.

So mannigfaltig und reich jene Schieferbildung in Würtemberg auch ist, so haben wir fast nichts aus dem schweizerischen Jura beizufügen, ausgenommen etwelche Posidonienarten, die überall vorkommen und namentlich im Kanton Aargau und im Tunnel von Montmelon bei St. Ursanne gefunden wurden.

Die darüber liegenden Schichten sind hingegen besser vertreten. So zunächst die reichhaltigen eisenschüssigen oolithischen Kalke von La Verpillière bei Lyon, die prachtvoll erhaltene Petrefakten liefern, von denen eine kleine Sammlung im Berner Museum vorliegt. Es sind die für den oberen Lias charakteristischen Ammoniten: Am. cornu copiae, bifrons, crassus, Brauni, subarmatus, variabilis, Aalensis, radians, Lythensis, primordialis, opalinus, subplanatus, subcarinatus, sternalis und Germaini, nebst schönen Turbo und Pleurotomarien.

Die nämliche Bildung ist von Erba und Suello in der Lombardei und durch den sogenannten Ammonitico rosso der Alpe Baldovana vertreten; es sind rothe Steinkerne derselbigen Ammoniten, worunter Am. Calypso nicht selten ist.

Aus der einheimischen Fauna des oberen Lias ist eine geringere Sammlung von verkiesten Versteinerungen des Aargau's und des Berner Juras neben ähnlichen Sachen aus französischen und elsässischen Lokalitäten vorhanden. Hier haben wir kleinere Ammoniten, Belem-

niten und die charakteristischen Nucula Hammeri, Leda rostralis, Diana, Astarte Voltzii, Trigonia navis und Turbo duplicatus, alles zierliche mit der Schaale versehene Schnecken und Müschelchen vorzuführen. Ammonites opalinus aus dem Aargau zeigt die nächst folgende Doggerbildung an.

Oostersche Sammlung. Der alpine Oberlias ist, ausgenommen von der bereits erwähnten Lokalität Teysachaux am Moléson und Fallbach bei Blumenstein nicht besonders stark vertreten. Vielleicht sind einzelne Exemplare schon in die Sammlung des Unterlias irrthümlich eingeschoben worden, da die Liashorizonte in den Alpen ohne stratigraphische Studien leicht zu verwechseln sind. Doch sind Ammonites radians, opalinus, bifrons und Murchisonae in der Ooster'schen Sammlung von verschiedenen Lokalitäten, so von Oberwirtneren, vom Langeneckschafberg, Neunenenfall in der Stockhornkette, von les Hugonins, Vie de Neyrive bei Albeuve und Charmey im Kanton Freiburg gut vertreten.

Die Station Teysachaux, welche durch J. Cardinaux ausgebeutet wurde, hat eine grosse Menge Platten mit Fossilresten und Abdrücken geliefert, die fast alle in die Oostersche Sammlung gewandert sind. Die Ammoniten sind deswegen interessant, weil ihre weisse Schale auf dem schwarzen Thonschiefer abgedrückt liegt, und einzelne selten erhaltene Strukturmerkmale wie Mundöffnung, Aptychus, etc. erwarten lassen. Dies ist jedoch nicht auf jedem Stück in hervorragender Weise zu beobachten, weil die Platten etwas uneben sich spalten und die Einschlüsse dadurch geschädigt werden. Doch sind diese Ammoniten als Arten interessant; Am. cornucopiae, bifrons und serpentinus sind darunter besonders häufig.

In Fallbach bei Blumenstein wurden von E. Meyrat gute Abdrücke des Ammonites serpentinus und ebenfalls diesem Horizont angehörende, gut erhaltene Belemnitenarten ausgebeutet.

Aus der Lokalität Teysachaux (Déjatzo) sind noch etwelche Fisch- und Krebsenreste bemerkenswerth, die einer genaueren Bestimmung unterzogen werden sollten, wie Lepidotus, Eryon, Eugnathus und ein guter Abdruck von Loligo.

d) *Dogger. Nordzone.* Eine schöne Auswahl von Petrefakten des Doggers der Nordzone ist hier aus allen möglichen Lokalitäten zusammengebracht. Dann sind in den Schubladen viele werthvolle Sachen als weiter zu studirendes Material vorhanden. Beide Gruppen haben wir in dieser Beschreibung namentlich im Auge.

Die drei Doggerstufen von Bayeux, Bath und Kelloway zeigen uns ihre charakteristischen Formen aus dem Bereiche der Meerthiere,

Zunächst sind es die wohl erhaltenen Ammoniten und Belemniten aus den bekannten Eisenerzen des Unteroolithes von Aalen, Wasseralfingen und der mehr oder weniger eisenschüssigen, jurassischen und französischen Bildungen der Zone des Ammonites Murchisonae, die uns prächtige Exemplare aufweisen. So Ammonites Murchisonae von Aalen, Asselfingen, wie aus dem Aargau und dem Bernerjura (Soyhières); Ammonites Sieboldi von Aalen, Asselfingen, Wasseralfingen (Württemberg) und vom Frickberg; Ammonites Langi May. vom Frickberg; Ammonites Stauffensis von Asselfingen; Ammonites Desori (Abguss) von Frick; ferner Belemnites spinatus von Wasseralfingen; Bel. Rhenanus von Knutange (Moselle); Ostrea Marshi und flabelloïdes; dann Pecten, Lima, Avicula, Pholadomyen von denselben Lokalitäten.

Die obere Zone der Bayeuxstufe, welche in der Normandie mit Amnonites Parkinsoni charakterisirt ist, ist im Schweizerjura weniger reich und wird zum Theil durch Korallenbildungen vertreten. Wir haben desshalb zur Schau die prachtvollen Muscheln von Moutiers (Calvados) statt einheimischer Sachen aufgestellt. Die Reihe der Stephanoceren ist wohl nicht vollständig, doch können wir da Ammonites Humphriesi aus verschiedenen Lokalitäten, wie Mandach im Aargau, Am. Deslongchampsi von Mandach, Am. lenguiferus von der Champagne, Am. Blagdeni (Mandach), Am. microstoma (Normandie), Am. Parkinsoni (Moutiers) und Am. Garanti (Normandie), welche diese Stufe wohl charakterisiren, aufzählen, obschon einige Arten im Aargau in die folgende Stufe hinaufreichen. Ammonites Hommairei, eine seltenere Art ist vom Mont-du-Chat in Savoyen vorhanden. Von den schönen Gasteropoden von Moutiers (Calvados) mögen wir Pleurotomaria funiculata, mutabilis und conoïdea, Chemnitzia coarctata, Phasianella Saemanni, wie auch Pleurotomaria Bessina von Montmelon (Dr. Thiessing.) hervorheben. Die Acephalen sind in den Exemplaren vom Calvados ebenso schön erhalten und bezeichnend; Trigonia, Astarte, Arca, Panopaea und Homomya sind deren Hauptgenera. Einige schöne Echiniden wurden durch Hern P. de Loriol geschenkt, wie Acrosalenia Wittoni, Galeropygus agariciformis, Pygaster semisulcatus aus Crickley-Hill in England. Cidaris glandifera und pyrifera aus verschiedenen Lokalitäten, auch einige gute Korallenstücke des Calcaire à Polypiers von Salins fehlen nicht.

Als Bathammoniten sind hauptsächlich Am. arbustigerus, aurigerus, Martinsi, ferrugineus und Neuffensis aus dem Kanton Aargau, dann vier grosse Prachtstücke des Belemnites giganteus von Laufen in

Würtemberg, und wenige Gasteropoden hervorzuheben. Hingegen sind aus dem Berner Jura und dem Aargau eine grosse Anzahl von Acephalen, welche den Genera: Pholadomya, Homomya, Trigonia (prachtvolle Stücke der Trigonia costata von Mandach), Arca, Gervillia, Avicula, Lima, Pecten, Ostrea angehören, als werthvolles Studiummaterial vorhanden. Noch reicher sind die Brachiopoden, von denen mehr als dreissig Schächtelchen aller Arten wie: Terebratula ornithocephala, Waltoni, sphaeroïdalis, Mandelslohi, Meriani, Phillipsi, homalogaster, intermedia, maxillata, perovalis, lagenalis, diptycha, ferner Rhynchonella: plicatella, obsoleta, ringens, varians, concinna, Badensis, acuticosta und spinosa, angefüllt sind. Auch gibt es von den Echinodermen aus den sogenannten Discoïdeenmergeln vom Aargau und vom Baselland gute und schöne Arten den folgenden Genera angehörend: Discoïdea, Holectypus, Clypeus, Pygurus, Collyrites, Dysaster und Echinobrissus. Erwähnenswerth ist ferner ein prachtvoller Kelch des Apiocrinus Parkinsoni aus dem Bradfordclay von England

Im Kelloway finden wir eine zweite Anzahl von bezeichnenden Ammoniten, wie aus der Gruppe der Macrocephalen vom Frickthal, ferner vom Berner Jura und von Würtemberg, wie aus den Eisengruben von Channaz in Savoyen. Es sind Ammonites macrocephalus, tumidus, Herveyi, modiolaris, bullatus, microstoma, dann schön erhaltene Perisphincten, die sogenannten Triplikaten : Am. funatus und Backeriae, und die Reineckien: Am. anceps und Greppini, die alle in den untersten Lagern vorkommen. Aus den darüber folgenden Thonen mit Eisenoolithen stammen die kleineren verkiesten Fossilien von Würtemberg (Braunes Zeta) und aus dem Aargau, die für den Kelloway charakteristisch sind, als: Ammonites ornatus, bicostatus, Baugieri, hecticus, Lamberti, sulciferus, gracilis, athleta und Belemnites latesulcatus.

Ooster'sche Sammlung: Neben den Versteinerungen der Nordzone wurden diejenigen der Südzone aufgestellt. Hier ändert sich schon die Facies, indem wir vorzüglich mit Chephalopodenfaunen zu thun haben. Diejenige der Bayeuxstufe ist besonders reich an Exemplaren, welche in der Regel etwas plattgedrückt, immerhin noch gut bestimmbar sind, und desto interessanter, als man diesen Reichthum im Dogger des Jurazuges nicht findet. Es ist vor allen die Fauna von Sulzgraben, Rüfigraben, Blattenheid und Hohmad in der Stockhornkette hervorzuheben, dann eine ähnliche Suite aus den Freiburger Alpen, worunter die Fundorte von Dent de Lys, Cergnaulaz, Cheresaulettaz, Salettaz, Cierne aux Boucles, au Rosez bei Rossinières, Grand Ganet und Petit Ganet am Moléson, Trêmebach bei der Säge

(la Raisse, zwischen Niremont und Moléson), aux Echines, südlich vom Mont Cullon und Grand Caudon im Kanton Waadt u. a. m., besonders reich vertreten sind. Die wichtigsten Vorkommnisse sind Am. Humphriesi, Baylei, lenguiferus, Deslongchampsi, Braikenridgi, coronatus, anceps, Eudesi, Linnaei, Hommairei, tatricus, Kudernatschi, Demidoffi, subobtusus, viator, macrocephalus, Parkinsoni, Garanti, Gervillei, dimorphus, polymorphus, Brongniarti, Martinsi, hecticus, subdiscus, oolithicus, Romani, subradiatus und tripartitus, die alle der nämlichen Formation angehören und sowohl in der Stockhornkette als im Kanton Freiburg denselben Habitus zeigen. Es sind jedoch Am. Humphriesi und die nahverwandten Arten im Freiburgischen häufiger als am Stockhorn; hingegen ist die Gruppe der Heterophyllen in Blattenheid häufiger und dann ist Ammonites tripartitus überall characteristisch. Eine hübsche Reihe vom Rufigraben, Lägerli auf Blattenheid, Untermentschelen, 1851 von E. Meyrat ausgegraben, bilden die selteneren Ancylocerasarten die Herr Ooster in seinen « Pétrifications remarquables des Alpes suisses » als Ancyloceras Sauzei, Meyrati und tuberculatum abgebildet und beschrieben hat. Die Belemniten der Gruppe der Canaliculaten, B. giganteus, hastatus, Sauvanneaui, alpinus und baculoïdes sind auch reichlich vertreten, wie auch allerlei Aptychusformen, die jedoch nicht alle aus dem Dogger stammen dürften. Andere niedrigere Thierformen wie Inoceramen, Posidonien, Spondylen, Pecten, und werthvolle Brachiopoden, wie auch einige Spongien, können wir hier noch erwähnen.

Aus einem in den Hochalpen selbst vorkommenden schwarzen, körnigen, echinodermen-breccienartigen Kalk sind von Herrn Dr. v. Fellenberg am Resti- und am Faldumrothhorn, wie am Fusse des Balmhorns und am Lötschenpass Belemniten gesammelt worden, welche in die Gruppe der Canaliculaten ebenfalls gehören und die Doggerformation in dieser Region nachweisen.

Dann kommen die schönen bajocianischen Versteinerungen von Unterwasserlamm bei Meyringen, welche Prof. Baltzer dem Museum geschenkt hat. Es sind vorwiegend Acephalen wie Cardinia, Arca, Gervillia, Astarte, Pecten, Lima, worunter die neue Art Lima Bernensis. Dann eine Reihe Pholadomyen, Pleuromyen und Ceromyen, darunter die echte Ceromya concentrica; auch Ammoniten und Belemniten, als: Bel. giganteus, Ammonites Parkinsoni, Würtembergicus, Garanti, Eudesi und der typische Ammonites Murchisonae kommen in dieser Fauna zusammen vor.

Ein prachtvoll erhaltenes Stück des Ammonites Murchisonae aus einem ähnlichen Gestein wurde von einem Führer vom Hasliberg angekauft. Ebenso ein grosses Exemplar des Ammonites Baylei aus der Rothenfluh im Urbachthal.

Von Stufistein ist eine analoge Fauna vorhanden, die ebenfalls aus einem schwarzen körnigen Kalk herrührt und Ammonites Parkinsoni, Garanti, Humphriesi und tripartitus, nebst anderen mehr oder weniger bekannten Muscheln enthält.

Während die bis jetzt besprochenen Doggerversteinerungen der unteren Stufe angehören, haben wir noch von Stufistein die bekannten eisenschüssigen hämatitrothen Kalke und Eisenoolithe mit ihren Bathversteinerungen anzuführen. Zählen wir hier die wichtigsten Stücke nochmals auf. Die Gruppe der Perisphincten ist reichlich vertreten: Ammonites Martinsi, arbustigerus, aurigerus, Orion, Moorei; diejenige der Harpoceren nicht weniger typisch: Ammonites biflexuosus, subradiatus, hecticus; Belemniten, Pholadomyen, Astarten, Inoceramen, Pecten, Fischzähne etc. sind auch da. Die analoge Fauna hat Prof. Baltzer in der Rothenfluh im Urbachthal gefunden und ebendaher ist dazu noch Ammonites Gervillei und aspidoïdes beizufügen. Dann sind vom sogenannten Willsgrätli am Wetterhorn durch Dr. v. Fellenberg und Apotheker Lindt ebenfalls solche rothe Ammoniten aus dem Eisenoolith, so zum Beispiel ein prachtvoller grosser Ammonites arbustigerus (Dr. v. Fellenberg 1866) geschenkt worden.

Es gibt jedoch noch unter diesen Vorkommnissen von Stufistein und vom Mattenbach einige Versteinerungen aus einem schwarzen schiefrigen, zum Theil oolithischen Kalk, welche die Kellowaygruppe characterisiren, darunter Ammonites macrocephalus, Brongniarti und funatus bestimmt werden konnten.

Erwähnenswerth sind ferner noch einzelne Exemplare, die selten in den Alpen vorkommen, wie Amm. bicostatus vom Geissberg über Schaftenlauialp an der Gadmenfluh, dann Am. cfr. Duncani vom Erzeck (Balmereckhorn) und Am. suevicus, von der nämlichen Localität, die ohne Zweifel dem Kelloway angehören.

Ausserhalb der Vitrine sind ein grosses, fast 1 Meter im Durchmesser haltendes, rekonstruirtes Stück des Am. Eudesi aus dem Bajocien von Chapelle des Allières (Freiburg), und ein riesiges Exemplar des Nautilus intermedius aus dem Hauensteintunnel (H. Prof. Trächsel) aufgestellt.

e) *Malm. Nordzone.* Die reichhaltige Sammlung des Herrn Dr. Thiessing, welche der Staat Bern erwarb und die im Berner Museum deponirt ist, gab mir zu einer Neuordnung und Aufstellung jener schönen jurassischen Petrefakten neben dem schon früher vorhandenen Material zuerst Anlass. Es wurde immerhin nur ein Theil jener Sammlung aufgestellt, indem die Schubladen mit dem übrigen Material sich füllten. Es wurden diese Versteinerungen auch nicht mit denjenigen, die schon früher aus dem Kanton Aargau, Schaffhausen und aus Würtemberg vorhanden waren, vermischt, indem die Faciesunterschiede selbständige Faunen bilden. Es gibt eigentlich hier zwei Sammlungen im Museum, nämlich die aargauische pelagische Facies mit ihrer Cephalopoden- und Spongienfauna, und die französische Uferfacies mit Korallen und Gasteropoden; stellenweise gibt es sogar eine dritte, sogenannte Schlammfacies (Facies vaseux) mit Acephalen. Diese Faunengruppen wurden also nach der vermuthlichen Gleichartigkeit nebeneinander gestellt, so dass in jeder Stufe eine Gesammtfauna zur Darstellung gelangte.

Es ist in jener schwierigen Gruppe die Eintheilung von unten nach oben vorgenommen worden:

Oxford

Argovian . . { Birmensdorferschichten = Glypticien
Effinger und Geissberger Schichten = Dicératien

Sequan . . . { Crenularisschichten = Astartien
Wangenerschichten

Kimmeridge . { Badenerschichten = Strombien
Wettingerschichten = Virgulien

Portland.

α. Oxford. Die verkiesten Versteinerungen des Oxfordmergels sind durch eine gute Sammlung aus Delsberg und französischen Lokalitäten vertreten, und konnten nur zum Theil aufgestellt werden. Man findet in den Schubladen vollständigere Serien von kleinen zierlichen Ammoniten- und Gasteropoden-, Acephalen-, Brachiopoden- und Echinodermenarten, die schon längst bekannt und beschrieben worden sind. Die meisten Exemplare des Berner Museums sind von Herrn Dr. Thiessing, wie früher von einem Studenten Rais in Châtillon gesammelt worden. Besonders schön sind Ammonites Babeaui, Eugenii, caelatus, Mariae, cordatus, Eucharis, Henrici und Hersilia. Einige Crustaceenreste sind auch vorhanden, doch fehlen Fischzähne und Cicadeenfrüchte.

Zur Vergleichung mit unseren schweizerischen Vorkommnissen sind einige prachtvolle grössere sehr werthvolle Stücke von Dives (Calvados) von Herrn Banquier Burkhard - Gruner in Bern geschenkt worden : Ammonites Babeaui, grosses verkiestes Exemplar, Ammonites Duncani, Ammonites ornatus, Am Lalandei, Am. Southerlandiae, Am. cordatus, Nautilus hexagonus, im ganzen 10 Exemplare. Eine Reihe Acephalen ist auch tadellos: Ostrea dilatata, Ostrea gregaria, Trigonia clavellata und costata, Mytilus, Perna etc.

Die entsprechende Fauna aus dem Kanton Aargau, aus einem rostfarbigen Thonkalk, ist sehr gut vertreten und weist die eben genannten charakteristischen Ammoniten auf. Bemerkenswerth sind Ammonites Lalandei von Bötzen, Ammonites pustulatus von Hornussen, und besonders viele Exemplare der Ammonites cordatus, sulciferus, plicatilis und Martelli von Bötzen, Hornussen und Wölfliswyl. (Von Herrn Dr. Mösch 1854 gekauft).

Eine analoge Fauna weisen einige Exemplare von Dijon und dem Kanton Neuenburg auf.

Das eigentliche Terrain à Chailles ist nicht durch grossen Reichthum vertreten, doch sind die Leitfossilien jener beschränkteren Bildung aus St. Ursanne, Montfaucon, La Pâturatte bei Tramelan in der Thiessing'schen Sammlung repräsentirt. Einige Exemplare sind selten und bemerkenswerth; so zunächst ein typischer Ammonites Toucasi oder transversarius aus der grossen Mergelgrube (marnière) von Montfaucon, wohl das einzige Stück, das bis jetzt im Terrain à Chailles entdeckt wurde; dann eine mit Ammonites Lalandei nahverwandte Art, ebenfalls von Montfaucon; ein grosser, ausgewachsener Ammonites cordatus vom Thiergarten bei Delsberg, und A. perarmatus von Vellerat; ferner grosse Stücke der sogenannten Chailles mit schönen Stielen des Millericrinus echinatus und horridus von Oberlarg, ein anderes mit verkieselten, chalcedonartigen Schalen einer Gervillia von La Croix bei Porrentruy. Das sind alles grössere Schaustücke, die man in einer Sammlung gerne sieht. Von den kleineren Fossilien sind besonders Terebrateln und Rhynchonellen häufig. Die Crinoïden wurden von Herrn P. de Loriol bestimmt und abgebildet. Die Pholadomyen, Pleuromyen, Perna, Modiola und die Austern fehlen bei jener schlammigen Fauna natürlich nicht.

β) Argovian. Mit dem Auftreten des Ammonites transversarius in den obersten Bänken des Terrain à Chailles tritt eine neue Cephalopodenfauna auf, die man weiter nach Süden, sowie im Aargau durch

einen grösseren Reichthum an Ammoniten entwickelt findet, und die man längst zu der Oxfordgruppe gerechnet hat, obgleich fast alle Arten verschieden und abgeleitet erscheinen. Es ist diese die sogenannte Birmensdorferfauna, welche hauptsächlich durch Oppel und Mösch beschrieben wurde.

Schon lange ist eine gute Reihe aus verschiedenen Lokalitäten des Kantons Aargau und des südlichen Jura im Berner Museum vertreten; wir können hier nur die bezeichnendsten anführen. Aus den Brachiopoden finden wir grosse Stücke der Terebratula bisuffarcinata von Nantua, Waldheimia fallax, Terebratella loricata, Mergelea pectunculus; dann viele Ammoniten, deren seltenere nur Abgüsse sind: Ammonites Manfredi, Frickensis, Birmensdorfensis, Meriani; in den Schubladen hingegen eine Menge von Ammonites plicatilis, Martelli, arolicus, canaliculatus, callicerus, Anar, welche die Variationen der Ammoniten zu studiren erlauben. Dasselbe gilt auch von den Spongien, mit welchen mehrere Schubladen gefüllt sind. Ein schöner Ammonites Schilli von Birmensdorf muss noch erwähnt werden.

Die Korallenfacies der Aargaustufe beginnt in den nordwestlichen Ketten des Jura mit reichhaltigen Schichten, die in Liesberg und am Fringeli bei Bärschwyl besonders schön entwickelt sind. Die Bildung wurde nach dem zum ersten Mal auftretenden Glypticus hieroglyphicus: « Glypticien » genannt, und ist mit dem darunter liegenden Terrain à Chailles eng verbunden. Die Fauna hat mit den gleichaltrigen Versteinerungen Birmensdorfs ausserhalb der Cephalopoden, die hier zu den Seltenheiten gehören, nichts Gemeinschaftliches. Die Facies ist so verschieden, dass selbst die Echinodermen der beiden Bildungen, ausgenommen in einzelnen intermediären Lokalitäten, sich gegenseitig ausschliessen. Die letztgenannten Thierformen sind aber besser in den Liesberger-, als in den Birmensdorferschichten entwickelt. Dazu treten hier die Korallen mit einigen Kalkspongien auf, welche im Berner Museum ziemlich gut vertreten sind. Unter den Crinoïden der Thiessing'schen Sammlung sind mehrere Originalstücke, besonders schöne Kelche von Millericrinus Milleri, Apiocrinus polycyphus und mehrere Stiele anderer Arten, welche selten sind. Ebenso die Echiniden, von denen ich nur einen prachtvollen Cidaris florigemma (Liesberg), Pygaster tenuis (Develier) und Stacheln des Cidaris caprimontana (Thiergarten) hervorheben will. Dann sind Ostrea, Pecten, Lima, Trigonia und Mytilusarten mit ihren verkieselten Schalen

ausgewählte und leicht bestimmbare Fossilien. Amnoniten sind keine vorhanden.

Der eigentliche Korallenkalk von La Caquerelle und von St. Ursanne ist auch durch schöne Vorkommnisse repräsentirt. Vor allem sind es Nerineenarten, die jetzt von den Herren P. de Loriol und Dr. Koby beschrieben werden; dann Diceras, Arca, Lucina, Pecten und Austernformen, die in jenen weissen kreidigen Kalken schön erhalten sind. Terebrateln gehören zu den grössten Arten. Besonders wichtig sind die Korallen, deren Monographie durch Dr. Koby bereits vollendet ist, und einen grossen Artenreichthum im Berner Jura aufweist. Sie sind leider nicht alle im Berner Museum vorhanden.

Die subpelagische Schlammfacies der Aargaustufe ist durch die Einschlüsse der aargauischen Geissbergerschichten repräsentirt. Es sind von Dr. Mösch dem Museum zahlreiche Pholadomyen, Goniomyen, Panopaeen, Tellinen, Cardien und Ostreen vom Geisberg, von Kienberg und von Aarau verkauft worden. Es gibt aber in diesem oberen Niveau, den Randen vielleicht ausgenommen, wenige Cephalopoden. Nur einzelne Ammoniten, als: Ammonites horridus (Abguss) vom Geissberg, Ammmonites semifalcatus von der Lägern, Ammonites bimammatus von Gratfelsen (Würtemberg) sind da vorhanden. Vielleicht mögen die würtembergischen Ammoniten des Lochenfels bei Balingen, von Urach, und einzelne Vorkommnisse des Randen, wie auch viele Spongien, die zahlreich im Berner Museum vertreten sind, hieher gehören.

γ. Sequan. Von den darüber folgenden Crenularisschichten sind sehr werthvolle Sachen aus der Thiessing'schen Sammlung vorhanden. Hier kommen Glypticus hieroglyphicus und andere Echiniden des Glypticien in etwas abgeänderten Formen nochmals vor; so auch Cidaris florigemma, gewöhnlich mit dünneren Stacheln; Hemicidaris intermedia und stramonium sind eher als H. crenularis charakteristisch. Dieselben sind von Locle repräsentirt; Echinus perlatus, prachtvolles Agassiz's Originalstück, aus dem Münsterthal; Cidaris crassissima vom Graitery, ferner Pygurus Blumenbachi von Dittingen, sowie die grossen Pygaster patelliformis von Laufen, gelten immer als vorzügliche Sammlungsexemplare. Herr Dr. Thiessing hat im Astartien von Bellevue bei Porrentruy prachtvolle Crinoïdenkelche und Stiele entdeckt, welche von P. de Loriol in seiner Monographie der Crinoïden beschrieben wurden. Sie sind also Originalstücke geworden und gehören zum Theil neuen Arten an. So Millericrinus Studeri, Thiessingi, Hoferi,

Apiocrinus Meriani, Roissyi, Antedon Gresslyi u. a. m., trifft man in jener Gruppe an.

Mit den Crenularisschichten besitzt die Astartenfacies des Berner Jura, deren Crinoïden bereits besprochen wurden, nähere Beziehungen. Dieselbe weist viele Vorkommnisse von Bressaucourt, Porrentruy, Delémont, Dittingen und Wangen auf, die alle für die Sequanstufe bezeichnend und im Museum gut vertreten sind. So gibt es viele Natica-, Nerinea-, Gresslya-, Pholadomya-, Cardium-, Trigonia-, Astarte-, Pecten-, Lima-, Ostrea-, Rhynchonella- und Terebratulaarten, deren einzelne fast identisch sind mit den früher besprochenen Spezies des Argovian und des Oxford. Die dieser Stufe angehörenden Ammoniten sind vom Randen durch schwer unterscheidbare Formen wie Am. polyplocus und polygyratus, etc. vertreten.

δ) Kimmeridge. Betrachten wir hier zunächst die Cephalopodenfauna, welche die Badenerschichten geliefert haben, von der eine kleine Sammlung von Baden und von der Lägern aufgestellt ist. Einzelne Stücke sind nur Abgüsse, doch gibt es viele gut erhaltene Exemplare, die zu den charackteristischen und selteneren gehören. So Ammonites Heeri, stephanoïdes, trimerus, Eudoxus, Kapffi, thermarum, Balderus, lepidulus, Moeschi, Doublieri, Randenensis, Lothari, Guentheri, Schmidlini, platynotus, acanthicus, trachynotus, Laffoni, Fialar, nimbatus, cyclodorsatus und tenuilobatus, daneben eine Reihe Brachiopoden, Echiniden, Crinoïden und Korallen, die zum Theil aus Würtemberg und Bayern herrühren und jedenfalls in diese Gruppe gehören.

Die gleichaltrige Schlammfauna hat Pruntrut aus den von Thurmann zuerst *Strombien*, dann *Ptérocérien* genannten Schichten, welche durch Herrn Dr. Thiessing ausgebeutet wurden, geliefert. Diese mit Pteroceras Oceani, Pholadomya hortulana und Cardium Banneianum charakterisirte Fauna, wurde mit Thurmann's und Etallon's Lethäa bruntrutana bestimmt und ist im Museum ziemlich reich repräsentirt. Man findet darin die häufigsten wie auch die schöneren Arten, deren Aufzählung man uns hier zu unterlassen gestatte.

Eine ältere, von Hâvre herkommende Sammlung (Consul Wanner 1849) ist nicht nur wegen der trefflichen Erhaltung bemerkenswerth, sondern auch weil wir darin eben die Muschelfauna von Porrentruy mit einzelnen Badenerammoniten vereinigt sehen, was uns von der Richtigkeit unserer Zusammenstellung überzeugt. Es sind neben den charakteristischen Pteroceras Oceani, Mytilus subpectinatus, Cardium Ban-

neianum, auch Ammonites Erinus und trimerus in einer und derselben Fauna vertreten.

Von Courtedoux bei Pruntrut ist eine Virgulien-Sammlung mit einigen guten Exemplaren vertreten. Hingegen sind deren von der eigentlichen Portlandstufe nur wenige vorhanden, was auch für den Purbeck gilt.

Eine gute Reihe von Fisch-, Krebs- und Cephalopodenabdrücken aus den Nusplinger- und Solenhoferplattenkalken musste wegen Platzmangel in den Schubladen eingereiht werden. Ebenso sind einige Repräsentanten der Moskauer-Virgulatuszone nicht aufgestellt worden.

Schöne Fischzähne und Schildkrötenpanzer lieferten auch die Steinbrüche von Solothurn dem Berner Museum, so findet man Machimosaurus, Pycnodus, Sphaerodus, Strophodus und Asteracanthuszähne nebst Knochen, die zu den zierlichsten Vorkommnissen gehören.

Grössere Exemplare wie Plesiochelys Etalloni, Fischköpfe von Solenhofen, ein ganzer Caturus furcatus, Eryonkrebse und Pterodactylenabgüsse wurden für sich in den oberen Vitrinen aufgestellt. Dasselbe gilt auch für die grösseren jurassischen Ammoniten, von denen folgende anzuführen sind: prachtvolles Stück des Ammonites Martelli von Wielun in Polen, geschenkt durch Herrn Prof. von Nencki, dann 4 grosse Planulaten vom Randen (Merklein) und ebendaher mehrere trichterförmige Spongien. Ferner mittelgrosse Planulaten aus Würtemberg, vom Randen, von Courtedoux und Courtelary, Ammonites Cartieri aus den Wettingerschichten der Lägern, ein schöner Ammonites perarmatus der Birmensdorferschichten von Bötzen (J. Fankhauser), 3 grosse Stücke des Nautilus giganteus von Courgenay bei Pruntrut, ein grosses Korallenstück aus dem Glypticien (Dr. Thiessing), Pecten ingens, Trichites gigantes von Movelier u. s. w.

e^2. *Malm. Ooster'sche Sammlung.* Hier finden wir eine prachtvolle und eminent reichhaltige Sammlung von Alpenpetrefakten. Es können darin einzelne Jurastufen wohl unterschieden werden; jedenfalls treten hier selbständige Faunen auf, die für sich aufgestellt werden sollten.

Die eigentlichen Oxfordpetrefakten lassen sich schon an dem Erhaltungszustande, sowie am glänzenden schiefrigen Gestein sicher erkennen. Sie sind meistens verkiest, wie im Berner Jura. Obgleich sie hier mehr oder weniger deformirt, langgestreckt und zerstückelt oder plattgedrückt vorkommen, haben sie ihre Merkmale und Verzierungen behalten, so dass sie eine sichere Bestimmung erlauben.

Diese Bildung ist hauptsächlich aus der Gegend von Brienz und Meyringen, so von der Axalp, Oltschialp und Iseltenalp, südlich von Brienz, vom Schwarzgrat am Schilthorn, vom Reichenbach, von Unterheid bei Meyringen, von der Gummenplanplatte an der Mägisalp, von der Gadmenfluh, vom Geisberg über Schaftenlauialp, von der Erzeck am Balmereckhorn, von der Engstlenalp, von der Tannenalp, von den Hundshörnern, östlich vom Kienthal und vom Brünig vertreten. Diese Fauna ist identisch mil derjenigen des Oxfordclay der Nordzone, wie besonders mit derjenigen des Berner Jura. Darin findet man hauptsächlich: Ammonites Mariae (Erzeck, Axalp, Gummenplanalp), Am. cordatus (1 Stück vom Brünig), Am. suevicus (Tannenalp, Axalp, Gadmenfluh), Am. oculatus (Brünig), Am. Eugenii (Axalp, Oltschialp, Gummenplanalp, Hundshörner, Erzeck), Am. sulciferus (Rosenlaui, Gadmerfluh, Brünig, Reichenbach, Ochsmatte bei Engstlen, Erzeck, Unterheid, Schwarzgrat, Oltschialp etc.), Am. plicatilis, grosse verkieste, schöne Stücke von Prof. Baltzer in Unterheid bei Meyringen gesammelt, Am. lunula, Delemontanus (Unterheid), Am. transversarius (1 Stück von Erzeck), Am. tortisulcatus (häufig an der Oltschialp), Am. tatricus und Zignodi (Oltschialp), Am. Christoli (Tannenalp). Ganz ähnliche Arten sind vom Grand-Meuveran und von Cheville im Kanton Waadt und Wallis vertreten: Am. Mariae, Eugenii, sulciferus, tatricus, tortisulcatus, nebst gestreckten und zerrissenen Belemniten etc.

Die von E. Favre bestimmte und beschriebene Fauna der rothen Kalke vom Kanton Freiburg und Waadt ist hier auch vertreten und zeichnet sich durch ihren Ammonitenreichthum aus. Belemnites hastatus muss nach den grossen vollständigen und schön erhaltenen Exemplaren von Perte à Bovay, Mifory, Tremettaz, Branleire, Grand Caudon etc., in jeder Region ziemlich häufig sein. Die besten Ammoniten sind nach Favre's Arbeit: Am. Arduennensis, Gruyerensis, Dornasensis, Martelli, Bachmanni, tortisulcatus, mediterraneus, Manfredi, polyanchomenon, arolicus, Erato, flexuosus, wie auch schöne Pectenarten, Collyrites Voltzi (Mifory) und C. Friburgensis (Grand Caudon).

Aus den grauen Kalken sind etwelche Exemplare, wie Ammonites bimammatus von Broc und Amm. Berrensis von La Roche, vorhanden. Es sind ferner grosse Handstücke einer grauen Breccie voll Petrefaktentrümmer wie Belemniten und Rhynchoteuthis von Les Hugonins und Cheresaulettaz, die wohl auch zum unteren Malm gehören, nebst anderen von J. Cardinaux gesammelten Sachen, deren Fundorte nicht immer genau angegeben sind, in den Schubladen zu finden. Erwäh-

nenswerth sind dann noch die Einschlüsse der hydraulischen Kalke von Châtel-St.-Denis (sous Chaudens), welche prachtvolle Belemnites Didayi und Coquandi, sowie wunderschöne Rhynchoteuthis Brunneri geliefert haben. Die nämliche Bildung von Châtel-Crésuz weist ebenfalls Rhynchoteuthis und Belemnitenarten, sowie ganze Stacheln der Rhabdocidaris trispinata auf.

Eine grössere Sammlung von Tithonversteinerungen ist auch aus dem Kanton Freiburg vorhanden, besonders schöne Ammoniten aus dem Wald bei Botterens, die viele Planulaten nebst Lytoceras und schöne Aptychus enthält. Dieselbe wird wohl, nebst den Funden von Châtel-St.-Denis und Dat am Niremont, das reichste Material aus dem Tithon der Alpen ausmachen.

Auch manche schwer bestimmbare Exemplare von verschiedenen Lokalitäten wie La Roche, Châtel-St.-Denis, Vallée du Hongrin, sowie italienische Sachen von Rovereto, Trient etc. wurden der Vergleichung wegen daneben aufgestellt.

Wir kommen jetzt zu den bekannten Bildungen, die von Tschan 1869—72 in der Nähe von Wimmis gebrochen wurden, nämlich zu den sogenannten «Mytilusschichten» und zum «Korallenkalk» von Wimmis, welche ich, ihrer Lagerung wegen, nebeneinander gestellt liess.

Die erst genannte Bildung ist im Berner Museum besonders reich vertreten und enthält ungefähr alles, was die Herren P. de Loriol und Schardt aus diesen Schichten publizirt haben. Man findet hier die ganze Reihe der Acephalen, von Elymus bis zu der Ceromya, die Herr de Loriol als concentrica bestimmt hat. Hemicidaris alpina ist in schönen Exemplaren da, sowie auch kleine verkümmerte Korallen. Alles stammt von der Burgfluh bei Wimmis, dann von der Pfadfluh und vom Bäderberg oberhalb Boltigen im Simmenthal und von einigen nahegelegenen Fundstellen. Erwähnenswerth ist auch von der Burgfluh bei Wimmis ein wohlerhaltener Ammonites Lothari.

Von der Simmenfluh, aus der berühmten Stelle des Korallenkalkes, hat die Ooster'sche Sammlung über 200 Schachteln voll Nerineen-, Cerithium-, Pileolus-, Patella-, Diceras-, Pachyrisma-, Cardium-, Corbis-, Astarte-, Pecten-, Ostrea- und Brachiopodenarten, aber nur wenige Korallen, die alle durch ihre dicken grauweissen Schalen charakterisirt sind, aufzuweisen. Dieselben wurden in Ooster's Werk «Le Corallien de Wimmis» beschrieben und abgebildet, so dass in jener Sammlung werthvolle Originale aufbewahrt werden.

Ein gut bezeichneter Horizont ist derjenige der Acanthicusschichten von Brienz, vom Giessbach, vom Ballenberg und Faulhorn, welcher durch Herrn Dr. Mösch studirt wurde. Derselbe hat auch die Versteinerungen des Berner Museums von diesen Fundorten als: Ammonites Lothari, subinvolutus, progeron, metamorphus, balnearius, inconditus, Strombecki, metamorphus, tenuilobatus (schöne Exemplare vom Giessbach), carachtheis, Fialar, tortisulcatus, acanthicus, bestimmt.

Grössere Exemplare, wahrscheinlich auch jenem Horizont angehörend, haben die sonderbaren Klippen vom Glastobel und Gschwendtobel im Kanton Schwyz, die zu den schönen und wohlerhaltenen Alpenammoniten gehören, geliefert.

Bern, im Mai 1891.

A. Baltzer.

Geologisches.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 20. Juni 1891.)

I. Beiträge zur Interglacialzeit auf der Südseite der Alpen.

Auf der Nordseite der Alpen ist eine Interglacialzeit sicher erwiesen, besonders durch das Profil von Höttingen, wo zwischen zwei Grundmoränen ein Pflanzenlager vorkommt, welches auf ein milderes Klima hinweist. Hierüber referirte der Vortragende in einer früheren Sitzung. Wenn es aber auf der Nordseite in der Glacialperiode einen Abschnitt mit etwas milderer Temperatur gab, wie wir sie heute haben, wo die Gletscher also noch weiter wie heute zurückgegangen sein mussten, so kann die Südseite der Alpen in dieser Beziehung keine Ausnahme gemacht haben; mit logischer Consequenz muss auch für sie eine Interglacialzeit angenommen werden.

Die italienischen Geologen, insbesondere Gastaldi und Stoppani, standen bisher der Annahme einer Interglacialzeit ablehnend gegenüber, wohl weil dadurch die Einheitlichkeit der Periode scheinbar gebrochen und zudem die Thatsachen durch blosse Annahme von Oscillationen vollständig erklärbar erschienen. Dazu kommt, dass es besonders günstiger, selten zusammentreffender Umstände bedarf, um den Beweis für eine Interglacialzeit zu führen. Es gehört dazu nicht nur der Nachweis zweier übereinanderliegender Moränen, sondern auch das Vorhandensein einer, ein milderes Klima erweisenden Flora in den trennenden Schichten. Trifft nur Ersteres zu, so kann immer nur auf eine Oscillation, wenn auch von längerer Dauer geschlossen werden, erst wenn die Flora dazu kommt, ist eine grössere Klimaschwankung erwiesen. So ist es in Innsbruck, wo nach Wettstein Formen wie Rhododendron ponticum sprechende Zeugen für ein milderes Klima sind.

Ich habe vorigen Herbst meine Nachforschungen nach interglacialen Schichten auf der Südseite fortgesetzt und mache darüber in Folgendem einige Mittheilungen:

1. Die Blätterthone von Cadenabbia.

Bereits im vorigen Winter berichtete ich über dieselben. Gegenwärtig kann ich meine Angaben noch ergänzen und mich im Allgemeinen dahin aussprechen, dass die Annahme interglacialen Alters für mich an Wahrscheinlichkeit gewonnen hat.

Die Blätterthone sind auch beim Bau der englischen Kapelle in Cadenabbia zum Vorschein gekommen. An der früheren Stelle, die jetzt vermauert ist, konnte ich an der Südecke deutlicher als früher ein Einfallen der Schichten unter 15—20° in den Berg (W. 20° N) beobachten, was bei glacialen Bildungen nichts Auffallendes hat, für eine Deltabildung aber weniger passen will. Unter der liegenden Moräne, wie ich sie beschrieben habe, traten noch 12' graugelben Sandes mit kleineren Geschieben von Granit, Glimmerschiefer, Verrucano und gekritztem Serpentin hervor.

Die Begehung der Umgebung ergab noch Folgendes: Ueber Cadenabbia und dem nahen Tremezzo liegt 6—700 Fuss höher eine beträchtliche mit Glacialschutt und Schotter bedeckte Terrasse. Von ihr ziehen sich Bachschluchten herunter, an deren Ausgang gegen den See hin Deltabildungen z. B. bei Tremezzo und nördlich von Cadenabbia abgelagert wurden. Ein Glied derselben ist die sogenannte Creta, auf welcher ein Theil von Tremezzo steht. In den Schluchten, z. B. in der von Tremezzo, bemerkt man mächtige Schotterablagerungen mit viel krystallinischem Material (Granit, Porphyr, Serpentin, Diorit), also echte Glacialschotter. Sie treten selbst am Gehäng z. B. bei der Ruine von Tremezzo auf und es frägt sich, ob hier nicht, besonders wenn wir die Verhältnisse bei Lecco berücksichtigen, ein einheitliches Schotterniveau vorliegt.

Moräne mit gekritzten Geschieben wurde im Thälchen südlich der Villa Carlotta, typische Seitenmoräne mit viel geschrammtem Material in der Höhe der Terrasse, auf der rechten Seite des Thälchens, welches nördlich von Cadenabbia einmündet, nachgewiesen. Auch Rundhöckerformen treten an der Nordseite dieses Thälchens oben hervor und weiter unten sind sie prächtig entwickelt am Vorgebirge von S. Martino.

Das Auftreten demnach von glacialen Kiesen und Schottern bei der Stelle der Blätterthone lässt annehmen, dass auch die die Blätterthone deckenden Kiese mit alpinem Material auf primärer Lagerstätte liegen. Ganz recentes Alter der Thone ist ausser durch die Lagerung auch dadurch ausgeschlossen, dass in den Villen der Umgebung nach bei einigen Gärtnern eingezogenen Erkundigungen weder Roth- noch Weisstanne, die in den Thonen auftreten, kultivirt werden.

Jedenfalls hat die Annahme interglacialen Alters bei näherer Prüfung eher gewonnen als verloren.

2. Die Blätterthone von Paradiso bei Lugano.

Dieser Fundpunkt von Blättern ist, wie nicht mehr zu bezweifeln, derselbe, der schon von Sordelli*), ferner von Schmidt und Steinmann**) erwähnt und bisher nach dem weiter oben liegenden Dörfchen Calprino benannt wurde. Er liegt 5 Minuten oberhalb der Vorstadt Paradiso, dort wo am Weg nach Calprino sich ein durch eine Pforte zugängliches Seitenthälchen nach dem Salvatore hinaufzieht. Gleich rechts befindet sich der dem Sindaco Busia von Calprino gehörige Anriss in den früher für Backsteine verwendeten Thonen.

Zu unterst liegen 15 Meter graue, geschichtete, glimmrige Thone, dann folgen auf der erodirten Oberfläche, derselben diacordant auflagernd, 5 Meter Moräne mit vorwiegend kalkigem, gut geschrammtem und wenig krystallinischem Material. Wo sich beide berühren, ist der Thon bis auf 6' Tiefe ganz von gekritzten Geschieben erfüllt und in der That mit dem Glacialen vermengt, ein brillantes Beispiel von Aufarbeitung der Unterlage durch den Gletscher. Hierauf bezieht sich wohl Sordelli's Angabe des Uebergangs der Thone in Moräne.

Herr Dr. Ed. Fischer hat die Güte gehabt, die von mir gesammelten Blätter zu bestimmen. Er schreibt mir darüber Folgendes:

«Die Blätter von Lugano, die ich zur Untersuchung erhielt, waren meist in Form von Abdrücken erhalten, bei manchen noch mit Ueberresten organischer Substanz, indess war die letztere nicht so beschaffen, dass man durch ihre mikroskopische Untersuchung Anhaltspunkte für die Bestimmung hätte gewinnen können. Die letztere musste also ausschliesslich nach äusseren Merkmalen vorgenommen werden.

*) Atti soc. ital. di scienze naturali. Vol. XXI.

**) Umgebung von Lugano in Eclogae Geol. Helv. Bd. II. p. 55.

Die Hauptmasse des Materials*) bestand aus Blättern von

1. *Fagus silvatica.* Form und Berippung dieser Blattreste stimmen so vollkommen mit derjenigen recenter Buchenblätter überein, dass an der Identität nicht gezweifelt werden kann. — Auch Sordelli gibt für die Fundstelle von Calprino bei Lugano Fagus silvatica als die bei weitem vorherrschende Art an**).

2. *Acer Pseudoplatanus L.* 3—5 Blätter, von denen wenigstens zwei hinreichend erhalten sind, um völlige Uebereinstimmung mit den recenten Blättern dieser Art erkennen zu lassen. Sordelli hat in Calprino ebenfalls ein Blatt von Acer Pseudoplatanus aufgefunden.

3. *Ulmus campestris L.?* Ein Blatt, dessen oberer Theil erhalten ist und recht gut mit U. campestris stimmt; da aber die durch ihre Unsymmetrie charakteristische Basis nicht erhalten ist, so bleibt doch noch etwelcher Zweifel bestehen.

4. *Abies pectinata D.C.?* Weisstanne. Eine einzelne Nadel, die soweit gut mit denjenigen der Weisstanne stimmt, aber natürlich für sich allein keine sichere Bestimmung zulässt.

5. *Rhododendron ponticum L.* Es befinden sich unter dem vorliegenden Material mehrere Blattstücke, die in ihrer Form und Berippung mit grossblättrigen Rhododendron-Arten gut übereinstimmen. Nachdem durch Wettstein in den interglacialen Ablagerungen von Höttingen bei Innsbruck Rh. ponticum nachgewiesen ist, liegt es nahe, auch die vorliegenden Blattreste mit dieser Art zu identificiren, um so mehr, als sie sowohl mit recenten Blättern derselben, als auch mit solchen von Höttingen recht gut übereinstimmen. Sordelli fand in quartären Ablagerungen von Pianico ebenfalls Rhododendronblätter, für die er die neue Species Rh. sebinense aufstellt; indess gibt er in seiner Mittheilung noch keine Beschreibung davon, er führt nur an, dass dieses Rh. sebinense dem Rh. maximum L. und ponticum L. sehr nahe steht.

6. *Philadelphus coronarius L.* ?? Ein Blatt von länglicher, stark zugespitzter Gestalt, dessen Berippung und Form derjenigen von Philadelphus coronarius recht gut entspricht, und zwar speziell derjenigen der Blätter blühender Triebe. Allerdings erscheint an unserem Exemplare der Blattrand ungezähnt, aber da der Rand nicht ringsum vollkommen erhalten ist, so ist das Vorhandensein von kleinen Zähnen nicht ausgeschlossen; übrigens sah ich auch Herbarexemplare aus

*) Mehr als 50 Blätter.

**) Sie kommt in der Umgebung jetzt nicht mehr vor.

Südtyrol, bei denen die Zähne sehr unscheinbar waren, ja auf grössere Strecken fehlten. Ein weiterer Unterschied, auf den aber wohl kein grosses Gewicht zu legen ist, bestand darin, dass in unserem Blatte das zweite Paar von Sekundärrippen etwas höher abgeht als bei den verglichenen recenten Blättern.

Das Vorkommen von Philadelphus coronarius in interglacialen Ablagerungen — obwohl meines Wissens bisher nicht constatirt*) — hätte an sich nichts Unwahrscheinliches, besonders in Gesellschaft von Rhododendron ponticum. Nach Engler**) kommt nämlich Ph. coronarius in zahlreichen Varietäten im *Kaukasus*, in Nordchina, der Mandschurei, Korea und Japan vor; ferner auch in Südeuropa bei Steyr, am Monte Baldo, bei Lucca, in Siebenbürgen entweder wild oder vollkommen eingebürgert.

7. *Picea excelsa Link.*, ein Zapfen, recht gut erhalten, in einem etwas abweichenden, mehr grauen Gesteine.—»

Die chemische Analyse von Hrn. Dr. H. Frey ergab 92,3% in HCl unlöslichen quarzigen, thonigen Rückstand, ferner im Gelösten 4,3% kohlensauren Kalk auf ursprüngliche Substanz berechnet (26,8% des Gelösten) und viel Eisen. Das Gestein ist demnach ein sehr quarzreicher, schwach kalkhaltiger, magerer Thon, von ähnlicher Zusammensetzung, nur kalkreicher als der Thon von Cadenabbia, aber besser stratificirt.

Das mikroskopische Bild war entsprechend ähnlich: Kieselnadeln von Süsswasserschwämmen und besonders Diatomeen (Cyclotellen) sind häufig.

Gestützt auf diesen Befund halte ich in Uebereinstimmung mit Sordelli die Thone von Paradiso für jünger als pliocän und vermuthe wegen der Lagerung und Flora sogar interglaciales Alter.

Dem Rhododendron ponticum, welches in Innsbruck, Paradiso und Pianico auftritt, kommt vielleicht für diese Gegend die Rolle einer interglacialen Leitpflanze zu.

Hiermit steht allerdings in Widerspruch die Angabe von Schmidt***), welcher die gleiche, als Mergel bezeichnete Ablagerung, gestützt auf

*) Zittel-Schenk, Handb. der Palaeontologie 2. Abth. p. 618 führt als fossil nachgewiesen nur Deutzia-Arten an.

**) Engler-Prantl, die natürl. Pflanzenfamilien III. Theil, 2. Abth. a, p. 71.

***) Eclogae Geol. Helv. Bd. II, pag. 55.

petrographische Analogien und auf durch Steinmann aufgefundene Foraminiferen, als pliocän und marin erklärt.

Wie mir indessen Prof. Steinmann auf direkte Anfrage mittheilt, kamen die betreffenden Foraminiferen (wenige Exemplare von Nonionina) gar nicht in unseren Schichten, sondern in den fetten Thonen der Ziegelei von Pampio westlich von Calprino vor.

Mir erscheint, wegen Analogien anderer Art, wie sie aus meinen Mittheilungen sich ergeben, und da ich Foraminiferen bis jetzt nicht wahrnehmen konnte, die Annahme quaternären, vermuthlich interglacialen Alters für diese Süsswasserbildung als die richtigere*). Der betreffende Gletscherarm reichte, wie Stoppani angibt, von Porlezza her, als Arm des Addagletschers zur Zeit des Höhestandes bis auf die Schulter des Salvatore. Dann aber wäre abweichend von Stoppani ein gänzliches Verlassen des Seegebietes und Zurückgehen bis in die Stammthäler anzunehmen. In dieser Zeit entwickelte sich die Flora von Paradiso, um später einer neuen Vereisung zum Opfer zu fallen).

Sind die Süsswasser-Thone von Paradiso und Cadenabbia, wie ich glaube, gleichaltrig, dürfen wir also die beiden Profile miteinander combiniren, so ist in der That den Eingangs erwähnten Anforderungen an ein interglaciales Profil vollkommen Genüge geleistet.

---

*) Nachträglich erhalte ich durch Vermittlung des Herrn Dr. Ed. Fischer eine verdankenswerthe Mittheilung von Hrn. O. Müller in Berlin, welche die letzten Zweifel bezüglich der Foraminiferen hebt. Derselbe hat die Thone in Bezug auf die darin enthaltenen Diatomeen untersucht und schreibt darüber:

«Die mir übersendeten Proben habe ich untersucht und glaube bestimmt aussprechen zu können, dass es sich um eine Süsswasser-Ablagerung handelt. Beweisend hierfür ist besonders das Vorkommen von Fragmenten einer Cymbella mit Stigma, wahrscheinlich C. tumida Bréb. oder C. helvetica Kützing, die ich mangels vollständiger Frusteln nicht näher bestimmen kann. Es findet sich ferner Epithemia turgida Kützing und var. granulata, welche allerdings auch im brackischen Wasser lebt, ferner Epithemia ocellata. Ferner finden sich Fragmente von Pleurosigma attenuatum W. Sm. und Campylodiscus noricus Ehr. Sehr häufig sind Fragmente von Stephanodiscus Astræa Grun. = Cyclotella Rotula Kütz., eben so häufig ist Melosira distans Kützing. Die Cyclotellen sind besonders durch Cyclotella Comta Kützing u. var. radiosa, Cyclotella operculata Kütz. vertreten, alles Süsswasser-Formen. Eine andere Cyclotella, welche vielfach vorkommt und durch 3—4 Punkte im Centrum ausgezeichnet ist, halte ich für C. antiqua W. Sm.

Das seltene Vorkommen vollständiger Frusteln und die starke Erosion derselben lässt übrigens auf starke Einwirkungen während der Ablagerung oder nach derselben schliessen».

II. Der Löss des st. gallischen Rheinthals.

Früher schon von Escher als Löss erkannt, neuerlich von Dr. Fr. Jenny untersucht, wurde er von letzterem als eine Ausnahme von der Penckschen Regel bezeichnet, wonach Löss auf innern Moränen auflagernd nicht vorkommen soll.

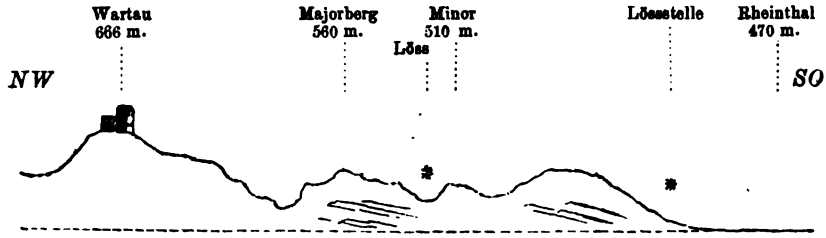


Fig. I. Ansicht des Major- und Minorbergs mit den beiden Lössstellen.

Ich benutzte eine Gelegenheit, die Hauptstellen an der «Landstrasse» und zwischen Major- und Minorberg zu besuchen. Letzteres sind zwei, vom alten Rheingletscher abgeschliffene gewaltige Kalk-Rundhöcker, die sich 90, beziehungsweise 54 m über die Rheinebene in der Nähe der alten Burg Wartau erheben (Fig. 1). Zwischen ihnen liegt 40 m über dem Rhein der Löss, bei 510 m. Die andere Lössstelle bei der Landstrasse ist ebenfalls markirt.

Im beigegebenen Profil dieser Stelle bedeuten:

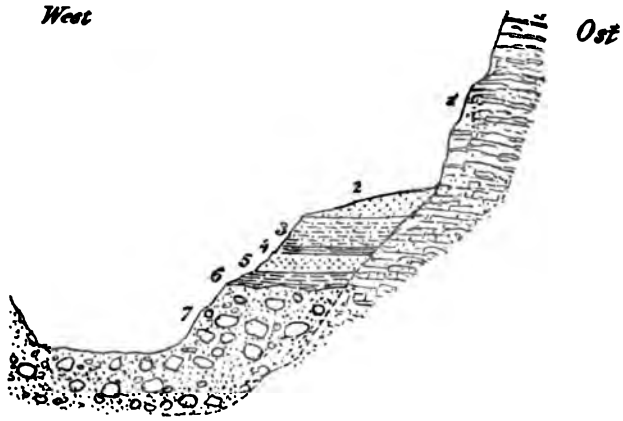


Fig. II. Lössprofil im Sattel (510 m.) zwischen Major- und Minorberg.

1. Anstehende Kalkwand.
2. Sandiger Löss (a), z. Th. durch Vegetation verdeckt, ungeschichtet.
3. Lehmiger Sand 3' mächtig (b).

4. Lehm 2″ mächtig (c).
5. Sand 1′
6. Lehm ½′
7. Typische, lockere Grundmoräne des Rheingletschers mit geschrammtem Kalk und mit krystallinischen Geschieben.

Nr. 2 (unter der Felswand gesammelt), 3 und 4 des obigen Profils, wurden von Herrn Dr. Polikier analysirt, desgleichen eine Probe (d) des weiter östlich an der Landstrasse liegenden Lösses.

Sie ergaben (bei 110° getrocknet)

	a	b	c	d
Kalk	12.82	2.48	0.51	13.35
Kohlensäure	10.06	1.70	fehlt	10.65
Rückstand	71.08	92.40	93.27	71.11

In allen Proben wurden SiO_2, Al_2O_3, FeO, Fe_2O_3, MnO, P_2O_5, organ. Substanz und Wasser qualitativ nachgewiesen. Hiernach entspricht der Löss (a) mit 22% kohlensaurem Kalk, sowie der mit ihm nahe übereinstimmende Löss (d) mit 24% Kalk dem mittelrheinischen Löss. Es enthält z. B. Löss vom Siebengebirg nach Lepsius*) 22,38% Kalk.

Nr. 3 dürfte entkalkter Löss sein, die Bedeckung mit Vegetation gestattet nicht zu sehen, ob die Grenze gegen 2 scharf ist. Nr. 4 ist Lehm.

Hieraus geht nun zweierlei hervor: Thatsächlich liegt das, was schon Escher Löss nannte, auf jüngerer Grundmoräne. Ferner zeigt die Analyse, dass hier wirklich Löss und nicht Gletscherkreide, wie sie bei Bern häufig ist, vorliegt. Jenem Gebilde den Namen Löss abzuerkennen, weil es zur Theorie nicht passt, wonach Löss als interglaciales Gebilde auf jüngerer Moräne nicht vorkommen kann, scheint mir vorläufig nicht angerathen, um so weniger, als auch das mikroskopische Bild ganz zu Löss passt, wie mir der Vergleich mit Löss aus der Gegend von Mühlhausen zeigte. Es sind dieselben feinen, meist eckigen Quarzfragmente, die dort wie hier vorkommen. Die Verbindung mit Lehm und Sandschichten macht hier eine fluviatile Entstehung wahrscheinlich) und so dürfte in der That jene Regel auf fluviatilen Löss nicht anwendbar sein und der st-gallische Rheinlöss der späteren Glacialzeit, wie schon Escher meinte, angehören.

*) Geologie von Deutschland I. pag. 226.

III. Zur Herkunft der bernischen bunten Nagelfluh.

Bekanntlich hat Dr. J. Früh*) von Trogen in seiner epochemachenden Monographie der schweizerischen Nagelfluh zu zeigen versucht, dass die Gerölle der subalpinen Conglomerate ausschliesslich durch Strömungen hergeführt wurden, welche z. Th. aus den benachbarten Alpengebieten, zum Theil aber weit her aus Ost, Süd und Südost kamen, indem zur Miocänzeit die Wasserscheide unserer Alpen bedeutend weiter nach Süden gelegen habe. Früh hält die Annahme eines granitisch-porphyrischen Randgebirgs, von dem Studer unsere Nagelfluh ableitete, für überflüssig. Nach Früh stammen auch die Gerölle unserer bernischen Nagelfluh theils aus dem Aar- und Gotthardmassiv, theils bezüglich der fremdartigen Geschiebe von viel weiter her. Er sagt: «Der Gesammteindruck, den ich durch das Studium unserer Nagelfluh hinsichtlich ihrer Entstehung erhielt, ist der, dass die rothen Granite und Porphyre mit andern massigen Gesteinen grösstentheils von dem Eruptivgebiet Westtyrol (Botzen), Engadin, Veltlin, Lago Maggiore abstammen dürften».

Als ich voriges Jahr mich in Botzen aufhielt, benutzte ich die Gelegenheit, mir von den Kiesbänken der Eisack und des Sarnbaches eine Geröllsammlung anzulegen, um sie mit den Geröllen unserer Nagelfluh zu vergleichen. Ich habe sie dem hiesigen städtischen Museum übergeben.

Das Gesammtresultat war das, dass sich kaum eines dieser krystallinischen Gerölle mit unsern Nagelfluhgeschieben identificiren lässt, am allerwenigsten die massigen Eruptivgesteine, welche von unsern Porphyren, Melaphyren, Spiliten, rothen und grünen Graniten im Habitus durchaus abweichen. Ich füge hinzu, dass in unserem Theil des Aarmassivs nur Felsitschiefer, nicht anstehender Porphyr und auch nicht rother und grüner Granit gefunden worden sind, insbesondere kommt der pfirsichblüthrothe Gasterengranit in der Nagelfluh nicht vor. Quarzit, wie er am Belpberg ganze Bänke bildet, ist im Berneroberland anstehend eine Seltenheit. (Ein Riff unterhalb Guttannen).

Aus Obigem ziehe ich nicht etwa den Schluss, dass der citirte Früh'sche Satz unrichtig sei. Für die ostschweizerische Nagelfluh dürfte Früh den Nachweis erbracht haben. Dagegen glaube ich aussprechen zu dürfen, dass die Gebiete bei Botzen (Flussgebiete der

*) Beiträge zur Kenntniss der Nagelfluh der Schweiz in Denkschr. der schweiz. nat. Ges. Bd. XXX.

Eisack und der Sarn), auch überhaupt das ganze Porphyrmassiv von Südtyrol, einen Beitrag zu den massigen Gesteinen unserer bernischen Nagelfluh *nicht* geliefert haben. Es sind vielmehr die andern von Früh angezogenen Ursprungsgebiete, vor allen Bündten, ins Auge zu fassen. Ferner bleibt eine unbestreitbare Thatsache der Reichthum unserer Nagelfluh (z. B. der vom Thunersee) an unserem Aar- und Gotthardmassiv soweit bekannt fremden Graniten, Gabbro, Mandelstein, Porphyren, Granitporphyren, diallaghaltigen Serpentinen, rothem Jaspis u. s. w. Das blosse »Ausschwärmen«*), wie Früh es nennt, reicht doch wohl nicht aus. Solange dem nun so ist, kann auch die Studersche Hypothese vom Nagelfluh liefernden zerstörten Randgebirge in Verbindung mit den nachgewiesenen Strömungen und Ueberschiebungen noch nicht als abgethan betrachtet werden, und es erscheint überhaupt die Nagelfluhfrage, soweit sie das Aargebiet angeht, noch nicht spruchreif.

*) Loc. cit. pag. 48.

J. de Guerne.

Exploration du Forno de Graciosa (Açores).

(Vorgetragen in der Sitzung vom 29. Juni 1890.)

A propos de la communication du Dr. Koby, M. Jules de Guerne insiste sur le grand intérêt que présente l'étude des grottes. Pour s'avancer sur les eaux qu'on y trouve d'ordinaire, les sonder et les explorer au point de vue zoologique, il conseille l'usage des bateaux pliants en toile du système Berthon. Le plus petit modèle de ces embarcations, capable de porter deux hommes, pèse un peu moins de 30 kilogrammes, y compris son enveloppe en toile. C'est d'un canot semblable que M. de Guerne s'est servi pour étudier les lacs de l'archipel des Açores. Au cours de la quatrième campagne scientifique accomplie en 1888 par S. A. le Prince de Monaco sur son yacht l'*Hirondelle*, le bateau pliant a été précisement utilisé par M. de Guerne pour l'exploration d'une caverne, le *Forno*, dans l'île de Graciosa. — On donne ce nom de *Forno* à une vaste grotte, située sous la partie orientale du grand cratère ouvert au sommet de la montagne qui constitue le massif sud-est de l'île. Le *Forno* ne communique avec l'extérieur que par deux fentes, larges de 4 à 5 mètres sur 6 à 7 mètres de longueur environ, placées sur sa partie nord et orientées de l'est à l'ouest ; la plus étroite de ces ouvertures est seule accessible, c'est par elle qu'on pénètre dans la caverne. La descente à opérer est de 60 mètres à peu près, le long d'une paroi verticale qui s'incline même en arrière à un moment donné, de sorte que l'explorateur perd de vue le point d'attache de la corde destinée à lui servir de guide. Cette corde, solidement fixée à un pieu près de l'ouverture, est d'abord lancée jusqu'au fond de la caverne. La personne résolue à descendre dans le *Forno* se fait alors attacher sous les bras une autre corde qu'un habitant du pays, accoutumé à cette manœuvre, filera doucement pendant la descente et hissera de même à la montée. La

difficulté consiste en ce que l'inclinaison de la paroi de la grotte empêche les deux hommes de se voir. Celui qui entreprend la descente, saisissant la corde destinée à servir de guide, doit incliner tout le corps en arrière, de telle façon que les pieds viennent toucher le roc presque perpendiculairement.

Sept personnes, dont plusieurs matelots de l'*Hirondelle* ayant ainsi pénétré avec lui dans le *Forno*, M. J. de Guerne y fit descendre le canot pliant de l'*Hirondelle*. La caverne à peu près circulaire et large d'environ 200 mètres, est en effet occupée dans sa moitié sud, par un lac aux eaux limpides. Grâce à l'embarcation, des sondages méthodiques y ont été pratiqués, la température de l'eau prise à la surface et dans la profondeur, enfin des recherches zoologiques effectuées par divers procédés.

La faune terrestre du *Forno* a été également recueillie avec soin et M. Jules de Guerne y a trouvé, entre autres animaux intéressants, un Crustacé amphipode terrestre: *Orchestia Chevreuxi*, découvert par lui au cours de la précédente campagne de l'*Hirondelle*, dans une autre île des Açores, à Fayal.

J. H. Graf.

Betrachtung einer Function
mit
Rücksicht auf das Dirichlet'sche Princip.

In seiner trefflichen Einleitung zu «*Das Dirichlet'sche Princip* in seiner Anwendung auf die *Riemann'schen Flächen*» *) sagt *Carl Neumann,* dass man bei der Bestimmung einer Function von mehreren Argumenten mittelst gewisser Eigenschaften oder durch gewisse ihr auferlegte Bedingungen auf zweierlei achten müsse, solle die Function innerhalb eines gewissen Gebietes existiren können. Erstens ist darauf zu sehen, dass jene Bedingungen nicht zu viel verlangen; denn sonst würde eine denselben entsprechende Function überhaupt nicht existiren; zweitens ist aber auch zu beachten, dass jene Bedingungen nicht zu wenig verlangen; denn sonst wird die Function durch dieselben nicht bestimmt sein. Kurz gefasst sind somit die Bedingungen, die man einer Function auferlegt, zu discutiren

1° in Bezug auf ihre *Verträglichkeit.*

2° in Bezug auf ihre *Vollständigkeit.*

In allen Fällen, wo es sich um die *Vollständigkeit* der Bedingungen handelt, kann man sich einer Methode bedienen, die *Green* und *Gauss* vielfach benutzten; die Frage der Verträglichkeit der Bedingungen kann aber mittelst einer Methode untersucht werden, deren Princip von *Dirichlet,* deren weitere Entwicklung und glänzende Anwendung aber *Riemann* zu verdanken ist.

Bekanntlich ist es das sogenannte *Dirichlet'sche Princip,* von dem *Riemann***) in seiner epochemachenden Abhandlung «Theorie der Abel'schen Functionen» ausgegangen und von dem aus er zu seinen glänzenden Untersuchungen gelangt ist.

*) Leipzig, G. B. Teubner 1865.

**) Siehe Borchardt's Journal für reine und angewandte Mathem. Bd. 54, 1857 B. Riemann's gesammelte Werke und wissenschaftlicher Nachlass. Herausgegeben, unter Mitwirkung von R. Dedekind, von H. Weber. Leipzig 1876. S. 89 u. f. f.

Dieses wichtige Princip, welches nicht nur das Fundament jener eigenartigen Theorie der Integrale algebraischer Functionen bildet und das auch in andern Richtungen für die Entwicklung der mathematischen Wissenschaften von grosser Bedeutung ist, lautet:

Wenn man einer Function u, welche die reelle Componente einer Function u + i v ist, längs des Randes der einfach zusammenhangend gemachten Riemann'schen Fläche bestimmte Werthe giebt und ausserdem im Innern für jene ächte Function u + i v sämmtliche Unstetigkeiten, seien es algebraische oder logarithmische, genau verschreibt, so giebt es immer eine Function, die zu u gesetzt

$$\int \left[\left\{ \frac{\delta u}{\delta x} - \frac{\delta \beta}{\delta y} \right\}^2 + \left\{ \frac{\delta u}{\delta y} - \frac{\delta \beta}{\delta x} \right\} \right] d x \, d y$$

zu einem Minimumswerth macht.

Mit andern Worten gesagt, oder möglichst kurz ausgedrückt: jene Function unter den gegebenen Bedingungen construirt, existirt und ist die einzige in ihrer Art.

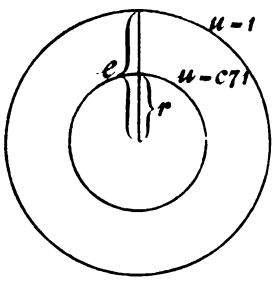
Es lässt sich nun zeigen, dass längs einer geschlossenen Curve von gewöhnlichem Zusammenhang die Bedingung für das Minimum sich reduzirt auf

$$\int \left(\frac{\delta u}{\delta y} d x - \frac{\delta u}{\delta x} d y \right) = 0$$

und dass schliesslich

$$d (u + i v) = \left(\frac{\delta u}{\delta x} - i \frac{\delta u}{\delta y} \right) d (x + i y)$$

ist, woraus hervorgeht, dass die Function u + i v eine Function der complexen Variablen x + i y ist. Damit also u unser Integral zu einem Minimum mache, muss u reelle Componente einer f (x + i y) sein.



Legen wir uns nun ein einfaches Beispiel, das zu Bedenken Anlass geben kann*), vor. Ich denke mir einen Kranz gebildet von 2 concentrischen Kreisen; der eine Kreis, derjenige, welcher den äussern Rand zu bilden die Aufgabe hat, habe den Radius e, wo e die Basis des natürlichen Logarithmen-Systems bedeute. Der innere Kreis habe den Radius r.

*) Vergleiche auch Riemann's gesammelte Werke, S. 47.

Nun habe die reelle Componente u unserer zu construirenden und dann zu discutirenden Function längs des äussern Randes des Kranzes, also längs des Kreises mit dem Radius e den Werth 1, und längs des innern Randes den constanten Werth $c > 1$, dann erhellt sofort, dass die Logarithmus-Function diejenige ist, die allfällig diesen Ansprüchen genügen könnte. Nehmen wir dies einmal an und setzen wir den noch ziemlich rohen Ausdruck

$$A\ Log\ (x + i\ y) + B \qquad (1.)$$

(wo A und B zu bestimmende Constanten sind) und zwar trachten wir A und B so zu bestimmen, dass die reelle Componente obigen Anforderungen genügt.

Beim äussern Rande wird, da

$$x + i\ y = \varrho\ e^{i\ \Theta}$$

gesetzt werden kann,

$$x + i\ y = e^{i\ \Theta} \cdot e = e^{i\ \Theta + 1},$$

der Ausdruck (1.) geht somit hier über in

$$A\ Log\left(e^{i\ \Theta + 1}\right) + B = A\ (i\ \Theta + 1) + B \qquad (2.)$$

Die reelle Componente dieses Ausdrucks ist: A + B und nach unserer Bedingung soll sie = 1 sein, also

$$A + B = 1. \qquad (3.)$$

Beim innern Kreise ist $x + i\ y = r\ e^{i\ \Theta}$, weil $\varrho = r$, somit nimmt (1.) die Gestalt an

$$A\ Log\ (x + i\ y) + B = A\ Log\ r\ e^{i\ \Theta} + B$$
$$= A\ Log\ r + i\ \Theta \cdot A + B,$$

die reelle Componente ist folglich A Log r + B, sie soll = c sein, also folgt an diesem Rande die Bedingung:

$$A\ Log\ r + B = c. \qquad (4.)$$

Aus (3.) und (4.) erhalten wir, durch Subtraction,

$$A\ Log\ r - A = c - 1$$

$$A = \frac{c - 1}{Log\ r - 1} \qquad (5.)$$

$$B\ Log\ r - B = Log\ r - c$$
$$B\ (Log\ r - 1) = Log\ r - c$$

$$B = \frac{Log\ r - c}{Log\ r - 1} \qquad (6.)$$

Setzen wir nun (5.) und (6.) in (1.) ein, so hat man

$$\frac{(c-1)\,\mathrm{Log}\,(x+iy)+\mathrm{Log}\,r-c}{\mathrm{Log}\,r-1}=\frac{\mathrm{Log}\,r+\mathrm{Log}\,e^{-c}\,(x+iy)^{c-1}}{\mathrm{Log}\,r-1}$$

als Ausdruck unserer zu suchenden Function.

Untersuchen wir nun, ob diese Function unsern Anforderungen genügt; nach dem Dirichlet'schen Princip existirt sie und ist sie die einzige Function, die denselben genügt.

Bei dem äussern Kreis ist $x+iy=e^{i\Theta+1}$, somit geht dort die Function über in

$$\frac{\mathrm{Log}\,r+\mathrm{Log}\,e^{-c\left(e^{i\Theta+1}\right)^{c-1}}}{\mathrm{Log}\,r-1}$$

Wir greifen die reelle Componente heraus: sie ist

$$\frac{\mathrm{Log}\,r+\mathrm{Log}\,e^{-c}\,.\,e^{c-1}}{\mathrm{Log}\,r-1}=$$

$$\frac{\mathrm{Log}\,r-c+c-1}{\mathrm{Log}\,r-1}=\frac{\mathrm{Log}\,r-1}{\mathrm{Log}\,r-1}=1.$$

Unsere construirte Function genügt somit der ersten Anforderung, dass ihre reelle Componente längs des äussern Randes $=1$ sei. Beim innern Kreis: $x+iy=re^{i\Theta}$, somit geht die Function über in

$$\frac{\mathrm{Log}\,r+\mathrm{Log}\,e^{-c\left(re^{i\Theta}\right)^{c-1}}}{\mathrm{Log}\,r-1}$$

Die reelle Componente ist $=$

$$\frac{\mathrm{Log}\,r+\mathrm{Log}\,e^{-c}\,.\,r^{c-1}}{\mathrm{Log}\,r-1}=\frac{\mathrm{Log}\,r-c+c\,\mathrm{Log}\,r-\mathrm{Log}\,r}{\mathrm{Log}\,r-1}$$

$$=\frac{c\,\mathrm{Log}\,r-c}{\mathrm{Log}\,r-1}=\frac{c\,(\mathrm{Log}\,r-1)}{\mathrm{Log}\,r-1}=c$$

Die zweite Anforderung, dass unsere Function längs des innern Randes den Werth c zur reellen Componente habe, ist ebenfalls erfüllt, somit ist der Beweis geleistet, dass unsere Function nach den gestellten Bedingungen construirt ist.

Wir wollen nun ϱ beliebig variren lassen:

I. Es sei $\varrho = 1$, dann $x + i\,y = e^{i\,\Theta}$ also die Function

$$\frac{\text{Log } r + \text{Log } e^{-c\left(e^{i\,\Theta}\right)^{c-1}}}{\text{Log } r - 1},$$

somit die reelle Componente

$$\frac{\text{Log } r + \text{Log } e^{-c}}{\text{Log } r - 1} = \frac{\text{Log } r - c}{\text{Log } r - 1}$$

Nun aber ist $r < e$, also $\text{Log } r < 1$. Der Nenner ist somit negativ, c ist nach Voraussetzung > 1, also auch der Zähler negativ und entwickelt man, so ist

$$\frac{\text{Log } r - c}{\text{Log } r - 1} \text{ absolut} > c.$$

Da aber Zähler und Nenner negativ, so ist $\frac{\text{Log } r - c}{\text{Log } r - 1}$ ein positiver unächter Bruch $> c$. Wir wissen somit, dass für $\varrho = 1$ $u > c$ ist.

II. Setzt man $\varrho = \frac{1}{2}$, so wird u noch grösser und für $\varrho = \delta$, wo δ unendlich nahe bei 0, ist $u = \infty$.

III. Suchen wir nun den Radius ϱ, für welchen die reelle Componente $= 0$ ist. ϱ habe da den Werth α, dann ist die Function $=$

$$\frac{\text{Log } r + \text{Log } e^{-c\left(\alpha\, e^{i\,\Theta}\right)^{c-1}}}{\text{Log } r - 1}$$

und die reelle Componente $=$

$$\frac{\text{Log } r + \text{Log}\left(e^{-c} \cdot \alpha^{c-1}\right)}{\text{Log } r - 1} = \frac{\text{Log } r - c + (c-1)\,\text{Log } \alpha}{\text{Log } r - 1}$$

Die Bedingung ist nun

$$\frac{\text{Log } r - c + (c-1)\,\text{Log } \alpha}{\text{Log } r - 1} = 0$$

$$\text{Log } r - c + (c - 1) \text{ Log } \alpha = 0$$

$$\text{Log } \alpha = \frac{c - \text{Log } r}{c - 1}$$

$$\alpha = e^{\frac{c - \text{Log } r}{c - 1}}$$

Für den Radius $\alpha = e^{\frac{c - \text{Log } r}{c - 1}}$ hat somit die reelle Componente unserer Function den Werth 0.

Aber Log r $<$ c, c $>$ 1, somit $\frac{c - \text{Log } r}{c - 1}$ ein positiver unächter Bruch, da c — Log r $>$ c — 1, weil

Log r $<$ 1

somit $\alpha > e$ an dieser Stelle.

IV. Lassen wir nun ϱ noch grösser werden als α, z. B.

$\varrho = e^{\frac{c}{c-1}}$, dann die Function

$$\frac{\text{Log } r + \text{Log } e^{-c\left(e^{\frac{c}{c-1} i \Theta}\right) c - 1}}{\text{Log } r - 1}$$

die reelle Componente

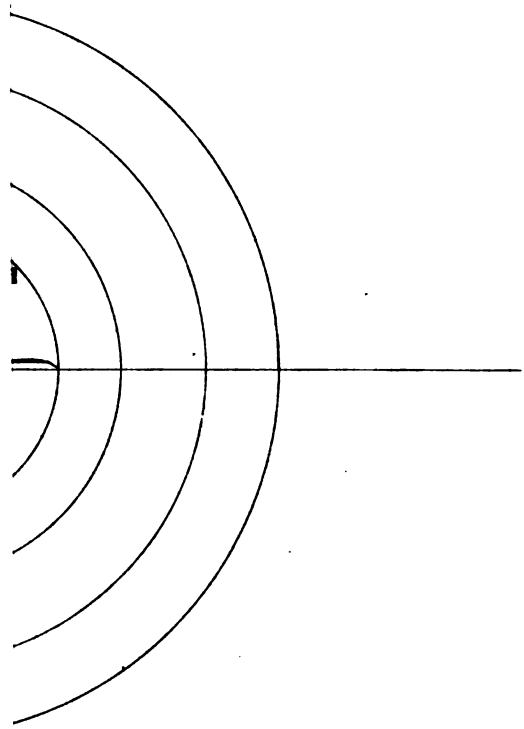
$$\frac{\text{Log } r - c + \frac{c}{c-1} c - 1}{\text{Log } r - 1} = \frac{\text{Log } r}{\text{Log } r - 1}$$

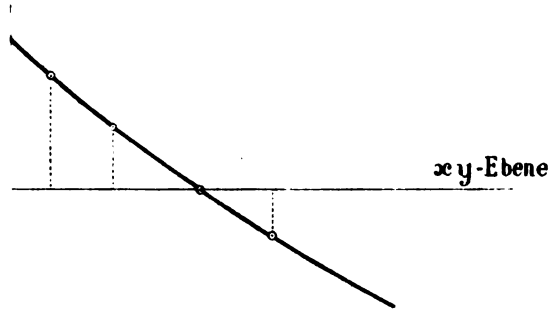
was negativ ist, denn Log r $<$ 1.

Wird ϱ noch grösser, so bleibt u stets negativ und wird schliesslich unendlich gross.

In allgemeiner Form lässt sich *unsere betrachtete Function* so schreiben:

$$\frac{\text{Log } r - c + \text{Log}\left(\varrho e^{i \Theta}\right) c - 1}{\text{Log } r - 1}$$


xy-Ebene.


xy-Ebene.

und die reelle Componente

$$\frac{\text{Log r} - \text{c} + (\text{c} - 1)\ \text{Log}\ \varrho}{\text{Log r} - 1} =$$

$$\text{Constante} + \text{Constante} \times \text{Log}\ \varrho.$$

Betrachten wir nach diesen Darlegungen die Werthe der reellen Componente als dritte Abmessung senkrecht zur x y - Ebene abgetragen, so hat man folgende Tabelle für ϱ und u:

	ϱ	u
1)	∞	∞
2)	$e^{\frac{c}{c-1}}$	$\frac{\text{Log r}}{\text{Log r} - 1}$ negativ
	$e^{\frac{c - \text{Log r}}{c - 1}}$	
3)	e	0
4)	e	1
5)	r	$c > 1$
6)	1	$\frac{\text{Log r} - c}{\text{Log r} - 1} > c$
7)	δ	∞

Aus der Tabelle und zugehörigen Zeichnung (siehe die Tafel) geht hervor, dass die Funktion u sich zwischen den Grenzwerthen des Kranzes 1 und c continuirlich verhält, dass sie aber, je mehr ϱ sich δ nährt, wo δ unendlich klein, nadelförmig aufschiesst und discontinuirlich wird. Dasselbe findet statt, wenn wir den äussern Rand sich gegen den Horizont ausdehnen lassen. In beiden Fällen hört die betrachtete Function auf stetig sich zu verhalten, der Functionsbegriff wird zerstört. —

E. v. Fellenberg.

Erklärung.

In dem Bande unserer Mittheilungen vom Jahre 1889 habe ich einen Aufsatz publicirt, betitelt: «*Ueber den Flussspath der Oltschen-Alp und dessen technische Verwerthung.*» Darin wird das Benehmen der Krystallsucher M. Ott und C. Streich in Guttannen in abfälligen Worten besprochen bei Anlass der Erwähnung, dass nachdem auf Anstiften und auf Kosten des Herrn Professor Dr. Abbe in Jena, sehr umfassende und gründliche Untersuchungen und Nachforschungen nach Flussspath im Berneroberland vorgenommen worden waren, das reiche Material, welches diese Untersuchungen durch Entdeckung neuer Fundstellen zu Tage gefördert hatten, grösstentheils hinter dem Rücken des Autors der Untersuchungen auf den Markt gebracht wurde. Der Anlass das Benehmen der beiden Krystallsucher M. Ott und C. Streich strenge zu beurtheilen, war ein Brief des Herrn Prof. Abbe, der im betreffenden Artikel ebenfalls in extenso abgedruckt ist, worin der Herr Professor auf meine schriftliche Mittheilung von den grossartigen Funden an Flussspath im Frühjahr und Sommer 1886, die auf seine Anregung und auf seine Kosten gemacht worden waren, wörtlich schrieb: «*In diesem letzten Punkte haben mich Beide augenscheinlich hinters Licht geführt.*» In gerechter Entrüstung und im Interesse des Herrn Prof. Abbe habe ich nun im erwähnten Aufsatz mich einiger Ausdrücke gegen M. Ott und C. Streich bedient, die ich hier nicht anstehe *formell zu revociren*, was ich mit gutem Gewissen um so eher thun kann, als Herr Professor Abbe, der den Schaden zu tragen hatte, nicht nur sich niemals bewogen gesehen hat, gegen diejenigen, die ihn, wie er sich ausdrückt «*hinters Licht geführt haben,*» einzuschreiten, sondern im Gegentheil sich der intelligenten Hülfe der beiden Strahler M. Ott und C. Streich

bei den späteren Arbeiten auf der neu entdeckten Kluft am Oltschikopf noch weiters mit Erfolg bedient hat.

Nunmehr kann ich im direktesten Gegensatz zu meinem Urtheil über M. Ott und C. Streich in besagtem Aufsatz in den Mittheilungen der bernischen Naturforschenden Gesellschaft pro 1889 nur rühmend erwähnen, dass obgenannte Strahler in erster Linie in ganz gesetzmässiger Weise die schönsten Exemplare des neuentdeckten Flussspathes unserem Museum zuerst zum Kauf angeboten und freie Auswahl aus ihrem gesammten Material gestattet haben, wodurch unser Institut zu ganz annehmbarem Preis in den Besitz der herrlichsten Gruppen meergrünen Flussspaths gelangt ist, die überhaupt existirten.

J. H. Graf.

Notizen zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften in der Schweiz.

20. Herr Prof. *R. Wolf* erwähnt in seinen Notizen zur Kulturgeschichte der Schweiz (siehe Nr. 371, Bd. XXX der Zürcher Vierteljahrschrift) auch das Büchlein:

«*Neue Uebung der Feldmesskunst. So wol auff dem Papier als auff «dem Feld. In einer neuen Ordnung und besonderen Manier auffgesetzt. «Von Hrn. Ozonam, Professore Matheseos. Oder*

«*Nouvelle pratique de la Géométrie, Sur le papier et sur le terrain. «Avec un nouvel ordre et une méthode particulière. Par Msr. Ozonam, «Professeur des Mathématiques. A Berne, Dans l'imprimerie de Leurs «Excellences Par André Huguenet 1699*».

Wolf spricht von dem Werklein als einer ausserordentlichen Seltenheit; das Exemplar, das ihm bekannt war, gehörte Hrn. Stadtgerichtspräsidenten *Escher* in Zürich und war 1713 im Besitz des hauptsächlich für Bern wichtigen Kartographen *Joh. Adam Rüdiger*. In meinem Besitz sind zwei tadellose Exemplare. In Graf III$_1$, S. 7 habe ich die Ansicht vertreten, dass dieses Werklein, mit deutschem und französischem Text, 187 S. stark in klein 8°, bei dem besonders die prachtvollen Kupferstiche, welche die behandelten Aufgaben illustriren, sehr in die Augen fallen, kaum in Bern gedruckt worden sein dürfte. Ich sagte damals:

«Es ist sehr auffällig, dass, trotzdem das Büchlein in Bern bei «*A. Huguenet* gedruckt sein will, sich nirgends eine Spur von dem«selben erwähnt findet, während sonst damals in Bern der Druck «jedes andern Buches wohl angegeben und von der Censur erlaubt «ward. Wenn man das Büchlein durchblättert und den feinen Druck «bemerkt, so drängt sich einem der Gedanke auf, dass die Angabe «A Berne, Dans l'imprimerie de Leurs Excellences» eine fictive ist», und ich sprach schon damals die Vermuthung aus, dass wir wahrscheinlich ein Werklein vor uns haben, das zu Gunsten des Bernischen Offizierskorps, von welchem ja viele Mitglieder ihre militärische Carrière schon dazumal in Holland machten, abgefasst wurde. Wenn es aber wirklich in Bern entstanden wäre, dann könnte nur der intel-

ligente Provisor *Jakob Küntzi,* der zu jener Zeit mit Erfolg in Bern in Mathematik unterrichtete, der Autor sein. Wenn ich also über die *Provenienz* des Werkes noch im Zweifel war, *so bin ich es heute nicht mehr und zwar aus folgenden Gründen:*

Der Verfasser ist unrichtig angegeben; er heisst Ozanam statt Ozonam; das ist aber auch falsch! Richtig ist, dass Ozanam 1784 «La géométrie pratique etc.» in 12° herausgegeben hat, *dass aber das vorliegende Werk mit jenem von Ozanam nichts gemein hat,* sondern auf ein Werk eines andern Verfassers hinweist, *dass der Autor somit fingirt und falsch angegeben worden ist.* Die in Bern 1699 herausgekommene Feldmesskunst hat als Vorlage ein Werk, das am 17. November 1668 in Paris erschienen und von *Leclerc* verfasst ist. *Sebastian Leclerc,* Zeichner, Kupferstecher und Ingenieur-Geograph in Paris, dann Professor der Perspektive an der königlichen Malerakademie, wurde am 26. September 1637 in Metz geboren und starb am 25. October 1714 in Paris. *Poggendorff* gibt unter anderm als sein Werk an: Traité de géométrie, 12°, Paris 1669. Diese Angabe ist falsch oder wenigstens ungenau. Das Werk S. Leclerc's heisst: «Pratique de la Géométrie sur le «papier et sur le terrain. Ou par une méthode nouvelle et singulière «l'on peut avec facilité et en peu de temps se perfectionner en cette «science». Ich bin zwar nicht so glücklich gewesen, die erste Auflage von 1669 acquiriren zu können, jedoch kam ich, gelegentlich eines Besuches in Paris, 1889, in Besitz einer Ausgabe von 1682. Im königlichen Privilegium, das am 7. October 1668 verliehen wurde, heisst es: «il est permis à *Thomas Jolly,* Marchand-Libraire à Paris de faire imprimer un Livre intitulé, *Pratique de la Géométrie sur le Papier et sur le terrain* **composé** *par le Sieur Le Clerc* » *etc.*

Mein etwas defektes Exemplar einer Auflage von 1682 gehörte einem gewissen *Leroux.*

S. Leclerc widmete sein Werk dem *Marquis de Seignelay,* dann bespricht er Seite 1—44 die Herkunft, den Nutzen und die Principien der Geometrie, gibt einige Definitionen und Axiomata. Das erste Buch S. 45—76 handelt von der Konstruktion der Linien, 14 Aufgaben; leider fehlt, offenbar durch ein Versehen, die Kupfertafel zur ersten Aufgabe. Das zweite Buch, S. 77—108, handelt von der Konstruktion der ebenen Figuren, 15 Aufgaben. Die Kupfertafel zu Aufgabe II fehlt auch hier, ebenso Aufgabe 16, welche in der Berner Ausgabe vorhanden ist. Das dritte Buch, S. 109—141, behandelt die einem Kreis und Vielecken inbeschriebenen Vielecke in 15 Aufgaben. Bei Aufgabe 7 ist in meinem Exemplar leider ein Blatt herausgerissen. Das vierte Buch, S. 142—162, handelt von den umbeschriebenen Figuren in 10 Aufgaben, das fünfte Buch, S. 163—185, endlich von den proportionirten Linien in 12 Aufgaben. Die zwölfte Aufgabe fehlt in der sogenannten Berner Ausgabe. Die mehr als 80 Kupfertafeln haben alle in ihrem obern Theil die geometrische Figur, im untern weisen sie, in der feinsten Ausführung, prächtige Landschaftsbilder oder architektonische Ansichten oder Scenen aus dem Kriegsleben auf, eine Darstellungsweise, die ich sonst noch niemals getroffen habe und die man sich nur dadurch erklären kann, dass eben in Leclerc der Mathematiker und der Maler sich vereinigten. So stellt sich das Werk Leclerc's als ein ausserordentlich originelles,

werthvolles und offenbar lange Zeit im Gebrauch befindliches dar, das, von den Zeitgenossen sicher sehr gewürdigt, uns heutzutage noch als ein mathematisches Bijou und Unikum vorkommen muss.

Nun ist auch sofort klar, dass ein solches Werk, das sich als überaus brauchbar erwiesen hatte, sofort nachgedruckt wurde und zwar natürlich von den Niederländern, die ja bekanntlich in der frechsten Weise litterarische Freibeuterei trieben und jedes irgendwie brauchbare Opus nachdruckten. Auch wieder durch Zufall, gelangte ich in den Besitz eines lateinischen Nachdrucks des Werkes von Leclerc, betitelt:

«Nova Geometria practica super charta et solo. Libellus in «quo nova traditur Methodus, cujus ope facilis sit ac brevis, ad summa, «hujusce Scientiae fastigia, cursus. Amstelodami Apud *Georgium Gallet* «1692». Mein Exemplar gehörte einem *Abbé Collein*. Zuerst folgt die lateinische Widmung an den *Marquis de Seignelay*, ohne Unterschrift und hierauf alles in gleicher Weise, nur lateinisch, wie beim Original. Die Kupfertafeln sind ziemlich getreu nachgezeichnet und sicher neu gestochen worden, was an ausserordentlich vielen kleinen Details constatirt werden kann. Auf Seite 155 und 157 ist dem Drucker eine Verwechslung der Kupferplatten passirt. Das königliche französische Privilegium ist begreiflicherweise nicht mehr abgedruckt worden; sonst stimmt alles genau, nur lateinisch, mit dem französischen Original. Was nun endlich *die dritte Ausgabe*, die *sogenannte Berner Ausgabe* anbetrifft, so ist, da sie textlich in deutscher und französischer Sprache mit dem Original von Leclerc übereinstimmt, und auch die Figuren, wenn auch mit neugestochenen Platten gedruckt, in Idee und Anordnung übereinstimmen, vorerst klar bewiesen, dass die Angabe, Ozanam sei der Verfasser, falsch ist. Von den 83 Kupfertafeln zeigt einzig die Tafel auf S. 185 eine Abweichung gegen die Ausgabe von 1682 und 1692; ferner ist die zwölfte Aufgabe des fünften Buches mit einer Tafel auf S. 187 (Ausgabe 1682) in der Berner Ausgabe weggelassen. Sonst findet vollständige materielle Uebereinstimmung statt. Nun muss in der sogenannten Berner Ausgabe jedermann sich die Beobachtung aufdrängen, dass in den Vignetten, welche die geometrischen Figuren zieren, auffallend viele Sujets aus Holland Verwendung finden, Windmühlen, Hafenanlagen, viele Wasserflächen, flache Ufer, so dass schon hieraus mit mathematischer Sicherheit geschlossen werden kann, dass die Tafeln alle in Holland verfertigt worden sind. Auch der Satz des Textes ist zu fein, als dass er in Bern, in dieser Weise, hätte gemacht werden können. Bedenken wir andrerseits, wie ein steter Rapport zwischen Bern und Holland von 1680 an sich gebildet hat, der bis in unser Jahrhundert, ja bis in unsere Zeit hinein dauert, wie ausserordentlich viele bernische junge Männer der bessern Familien in holländischen Kriegsdienst traten und wie sowohl Holland als Bern ein Interesse hatten, diese jungen Offiziersaspiranten mit guten mathematischen Kenntnissen zu versehen, so drängt sich uns gebieterisch der Schluss auf, auch hier, bei der Ausgabe von 1699, sei die Angabe «A Berne, Dans l'imprimerie de Leurs Excellences Par André Huguenet» eine fingirte. Die sogenannte Berner Ausgabe wäre demnach auch ein holländischer Nachdruck, speziell verfertigt für die bernische Jungmannschaft, die sich dem holländischen Kriegsdienst

widmen wollte. Es ist ausserordentlich verdächtig, dass dieses gewiss werthvolle Werk in keinen Bernischen Regierungsakten erwähnt wird, während doch jede, noch so unbedeutende, Druckschrift der Censur unterlag; auch fehlt der Berner Ausgabe das obrigkeitliche Privilegium, und so steht es für uns fest, dass nicht nur die Angabe des Verfassers, sondern auch diejenige des Druckers und Druckorts fälschliche sind. Ozanam war damals ein bekannter mathematischer Schriftsteller von Ruf, mit dem man imponiren konnte. Die Berner Ausgabe sollte demnach betitelt sein: *Feldmesskunst oder Géométrie pratique von S. Leclerc, gedruckt in Amsterdam 1699,* und damit glaube ich die Entstehung dieses mathematischen Werkes erschöpfend beleuchtet zu haben.

21. Als Ergänzung zu Graf III$_2$, S. 165, wo über das Panorama von J. B. Micheli du Crest gesprochen wird, diene folgendes:

Bei Anlass der geographischen Ausstellung in Bern, 1891, sandte die Bürgerbibliothek Luzern 21 zum Theil colorirte Skizzen des Generalmajors F. L. v. Pfyffer ein, welche derselbe zu seinen Studien bei der Verfertigung des bekannten Reliefs angelegt hatte. Darunter fand sich auch ein handschriftliches Originalpanorama von J. B. Micheli, das die Bergansicht, von Aarburg aus, vom Urirothstock bis zur Jungfrau gibt. Das Nähere über dasselbe, wie auch ein Facsimile findet sich im Jahrbuch des S. A. C. pro 1892. — Anschliessend daran füge ich noch bei, dass Hr. Dr. K. Geiser im Berner Taschenbuch 1892, S. 98, das Urtheil über J. B. Micheli du Crest, wie es im Manifest enthalten war, publizirt. Graf III$_2$, S. 141—142 findet sich das Urtheil französisch; dasselbe ist vom 20. August 1749 datirt, während das deutsche Original vom Tag des Spruches, dem 18. August, datirt ist.

22. Ueber das Gurnigelbad finden sich im Rathsmanual folgende Notizen:

Rathsmanual 30. April 1580. Beydt buwherren sollendt sich in Gurnigel in Peter Riboz weydt verfügen und den brunnen, so Daniel Bäller und Niklaus Küng mit dünckles an kumliche Orth zu einem badt ze leyten, begärend, ze besichtigen.

Rathsmanual 13. Mai 1580. Hans Nussboum ist abgewiesen ime ze vergünstigen, das bad, so in Ryboz weid ist im Gurnigel abzegleitten und ze fhüren untzit uff die äbny und daselbst ein badhus zu buwen.

23. Herr Professor *Dr. Blösch* demonstrirte in einer Sitzung der geographischen Gesellschaft in Bern eine Ausgabe von Ptolemäus, worin besonders eine von Hand gemalte Tabula Galliæ-Belgicæ auffiel. Diese Tafel beschlägt zum grössten Theil die Schweiz und ist merkwürdigerweise in üblicher Manier orientirt. Eigenthümlich ist ein Gebirgszug quer über die Ebene nördlich vom Genfersee (Lacus Genebre) von den Alpen bis zum Jura. Der Herausgeber dieser äusserst seltenen Ausgabe des Ptolomäus mit 32 von Hand gemalten Karten ist der Benediktinermönch *Nicolaus Donis, Germanus,* zu Reichenbach, der sein Werk Pabst *Paul II.* widmete. Gedruckt wurde der Text zu Ulm von *Leonhard Wohl* am 16. Juni 1482.

24. Es ist merkwürdig, wie der Zufall oft einem seltene Objekte in die Hände spielt. Durch Vermittlung des Herrn Sekundarlehrer *Kesselring* in Bern erhielt ich ein Blatt, betitelt:

„*Nouuelle Description du Pais de Souysse*", Dimensionen $^{25}/_{33}$ cm. Auf der Rückseite steht: «En ceste table est paint le pais mon-«tueux et aspre de Souysse cogneu auiourd'hui de tout le mõde, selon «toute sa situation et ses limites. Nous te le presentõs tel qu'il est «auiourdhuy en y cõprenant les Grisons, Basle, Sion, avec la forest «noyre ou Hercinia dont les bornes qui sont vers le Rhein sont appellez «de Ptolomée le desert des Heluetiẽs. Or il semble qu'au temps «de Ptolomée les Heluetiẽs ont occupé le riuage du Rhein, tant d'un «coste que d'autre, attẽdu que Cesar au premier liure de la guerre «des Heluetiens y cõte les Tullinges et Latobriges auec les Rauraques «et Heluetiẽs, cest a dire ceux de Basle et de Souysse. Auiourdhuy «le Rhein separe la Souysse, cest a dire les ligues des seigneuries «circonuoisines depuis les Grisons iusques a Basle vers orient et en «partie vers septentrion. Du coste d'occident, elle a la Bourgoigne «et la Sauoye.»

Dass das Blatt die 7. Tafel von *Sebastian Münsters* Cosmographie sei, war mir bald klar. Es stimmt in allen Theilen mit der entsprechenden Tafel einer deutschen Ausgabe überein und muss, die Ueberschrift ausgenommen, mit der gleichen Platte gedruckt sein. Sodann schien das Blatt zu einer französischen Ausgabe von Münsters Cosmographie zu gehören; es fragte sich nur, zu welcher. Ich wandte mich an den leider nun verstorbenen Herrn Oberbibliothekar *Dr. L. Sieber* in Basel um gefällige Auskunft. Er schrieb mir am 14. Februar 1891:

«Von Münsters Cosmographie gibt es, wie aus *Brunet, Grässe* «und andern Bibliographien zu ersehen, nur zwei französische Aus-«gaben; eine eigentliche Uebersetzung, Basel, *Heinr. Petri* 1552 fol. «(hier nicht vorhanden) und eine Bearbeitung und Erweiterung von «*Fr. de Belle-Forest* (in den Katalogen oft unter diesem zu finden) «Paris 1575, 2 Bd. fol. Diese Ausgabe besitzen wir; die Landkarten «sind darin nicht wiederholt, offenbar, weil sie als veraltet betrachtet «wurden; wohl aber begegnet man den Städteansichten der spätern «deutschen und lateinischen Editionen. Da Ihre Karte in der Aus-«gabe von 1575 sich nicht findet, *so muss sie nothwendigerweise der «Ausgabe von 1552 entstammen,* die, wie ausdrücklich bemerkt wird, «mit der lateinischen Ausgabe von 1550 übereinstimmte und die in «dieser enthaltenen Tafeln wiederholte.»

Soweit Herr Dr. Sieber. Da die französische Ausgabe von Münsters Cosmographie von 1552 in Basel und Bern, vielleicht in der Schweiz überhaupt nicht vorhanden ist, so folgt, dass das Blatt *eine grosse Seltenheit* ist. Ich habe selbstverständlich nachgespürt, woher das Blatt gekommen sein könnte, um eventuell noch weitere Spuren der französischen Edition von 1552 zu finden, leider waren aber meine Bemühungen erfolglos.

Inhalts-Verzeichniss.

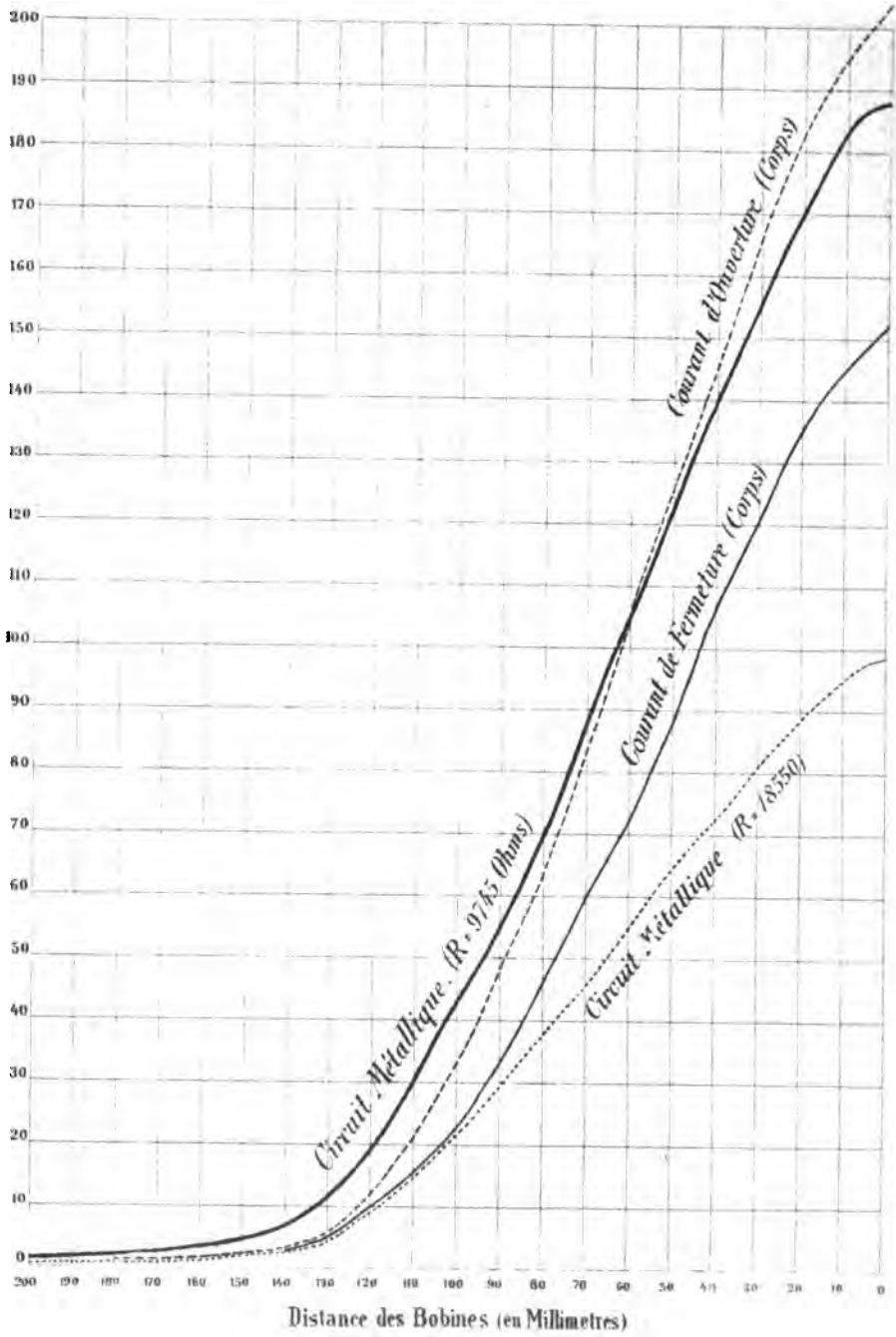
	Seite der Sitzungsberichte	Seite der Abhandlungen
Jahresbericht	III	
Sitzungsberichte	III-XXXVI	
Mitgliederverzeichniss	XXXII	
Jahresrechnung pro 1890	XXXVII	
Anderegg, E., Dr. phil.		
Ueber den Generationswechsel bei Gallwespen und Fichtenläusen	XVII	
Baltzer, A., Dr. Professor		
Geologisches		83
I. Beiträge zur Interglacialzeit auf der Südseite der Alpen	XV	83
II. Der Löss des st. gallischen Rheinthals (mit zwei Holzschnitten)	XV	89
III. Zur Herkunft der bernischen bunten Nagelfluh	XV	91
Ueber mechanische Gesteinsveränderungen	XVIII	
Benteli, A., Rector und Docent		
Ueber einen Vorzug der Formen von stetiger Krümmung	XIV	
Trauerrede zu Ehren des H. J. R. Koch sel. gewesener Gymnasiallehrer und Oberbibliothekar der bern. und schweiz. naturf. Gesellschaft	XXII	
Brückner, E., Dr. Professor		
Ueber Schwankungen des Meeresspiegels und Bewegungen der Continente	XV	
Ueber die Entstehung der Cyclonen und Anticyclonen	XVII	
v. Büren-v. Salis E., Banquier,		
Demonstration einiger seltener Aberrationen bei Schmetterlingen	XIV	
Demonstration v. Ostindischen Schmetterlingen	XX	
Coaz, J., Eidg. Oberforstinspektor		
Ueber Coniferen	XIV	
Ueber sog. Einklemmungen von Zapfen der Bergkiefer	XX	
Fankhauser, J., Gymnasiallehrer und Docent		
Demonstration von verkieselten Palmacites aus der Gegend von Trub, von Petrefakten vom Belpberg, von Murmelthierresten aus der Moräne von Gümligen und Ostermundigen	VII	

	Seite der Sitzungsberichte	Seite der Abhandlungen
v. Fellenberg, E., Dr. phil. Bergingenieur		
Mittheilungen über den Bericht der paläontol. Sammlungen des naturhistorischen Museums in Bern	XV	
Demonstration von Silexbildungen aus den schweiz. Pfahlbauten	XXI	
Erklärung		102
Fischer, E., Dr. phil. und Docent		
Ueber einige eigenthümliche knollenförmige Pilzbildungen	XII	
Ueber die sogenannten Sklerotien-Krankheiten der Heidelbeere, Preisselbeere und der Alpenrose .	XV	
Fischer, L., Dr. Professor		
Demonstration von Welwitschia mirabilis . .	VI	
Demonstration einer Photographie der Welwitschia mirabilis an ihrem natürlichen Standort . .	XV	
Demonstration v. Photographien des californ. Mammuthbaums	XVII	
Frey, H., Dr. phil. Gymnasiallehrer		
Ueber den Höhlenfund von Büsserach . . .	VI	
Graf, J. H., Dr. Professor		
Das Vermächtniss des Hrn. J. R. Koch sel. zu Gunsten der bern. Naturforsch. Gesellschaft .	XXVI	
Verzeichniss der von Hrn. J. R. Koch sel. der Bibliothek der bern. Naturforsch. Gesellschaft geschenkten Werke	XXVI	
Betrachtung einer Funktion mit Rücksicht auf das Dirichlet'sche Prinzip (mit Tafel) . . .		95
Notizen zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften der Schweiz . . .		104
de Guerne, J.,		
Exploration du Forno de Graciosa (Açores) .		93
Guillebeau, A., Dr. Professor		
Ueber fadenziehende Milch	XVIII	
Huber, G., Dr. phil., Professor		
Forschungen aus dem Gebiete der Spectralanalyse	VI	1
Ueber conforme Abbildung eines Kreises auf das Innere einer Epicycloide (Vier Tafeln) . .	X	42
Kronecker, L., Dr. Professor		
Ueber die Oekonomie menschlicher Leistung .	X	
Moser, Ch., Dr. phil. und Docent		
Ueber die Coincidenz von Ostern und Frühling im Laufe des zwanzigsten Jahrhunderts . .	XIV	
Rollier, L.		
Ueber die Oxfordstufe von Brienz verglichen mit derjenigen des Jura	VII	
Bericht über die paläontologischen Sammlungen des Naturhistorischen Museums in Bern . . .		56

	Seite der Sitzungsberichte	Seite der Abhandlungen
Rossel, A., Dr., Professor		
Ueber das chemische periodische Gesetz nach Mendelijeff	VI	
Rüfli, J., Sekundarlehrer		
Zu Moussons Verdienst um das Microphon . .	XI	
Schaffer, F., Dr., Kantonschemiker		
Ueber Bierpressionen	XV	
Schwab, S., Dr. med.		
Demonstration eines Exemplars Mistel auf Weisstanne	XVII	
Studer, Th., Dr. Professor		
Ueber die Schneckenfauna der Dünen . . .	VII	
Ueber eine neue Corallengattung Schizophytum .	X	
Mittheilung der Untersuchung über die Corallen der Hirondelle-Expedition	XV	
Ueber zoologische Studien vom Bielersee . .	XXI	
Thiessing, A., Dr. phil.,		
Demonstration von Silexbildungen aus dem Jura und aus der engl. Kreide	XVII	
Tschirch, A., Dr. phil. Professor		
Ueber die Serch Krankheit des Zuckerrohrs .	VI	
Demonstration der pflanzenphysiologischen Wandtafeln von Tschirch und Frank	VI	
Ueber die Flora des indo-malayischen Archipels	XIII	

Divisions galvanométriques.

Pl. 3.



207.6

1

123
Aug. 6, 1889.

Mittheilungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Bern

aus dem Jahre 1888.

Nr. 1195 — 1214.

Redaktion: Dr. phil. J. H. Graf.

BERN.
Druck und Verlag von K. J. Wyss.
1889.

2 301.6

123.

Mittheilungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Bern

aus dem Jahre 1889.

Nr. 1215 — 1243.

Redaktion: Dr. phil. J. H. Graf.

BERN.
Druck und Verlag von K. J. Wyss.
1890.

3 201.6

AUG 24 1891

123.

Mittheilungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Bern

aus dem Jahre 1890.

Nr. 1244 — 1264.

Redaction: Prof. Dr. J. H. GRAF.

BERN.
Druck und Verlag von K. J. Wyss.
1891.

4 201.6

OCT 29 1892

123.

Mittheilungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Bern

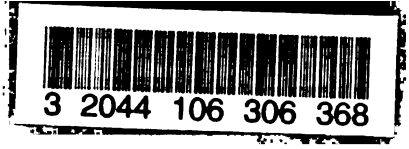
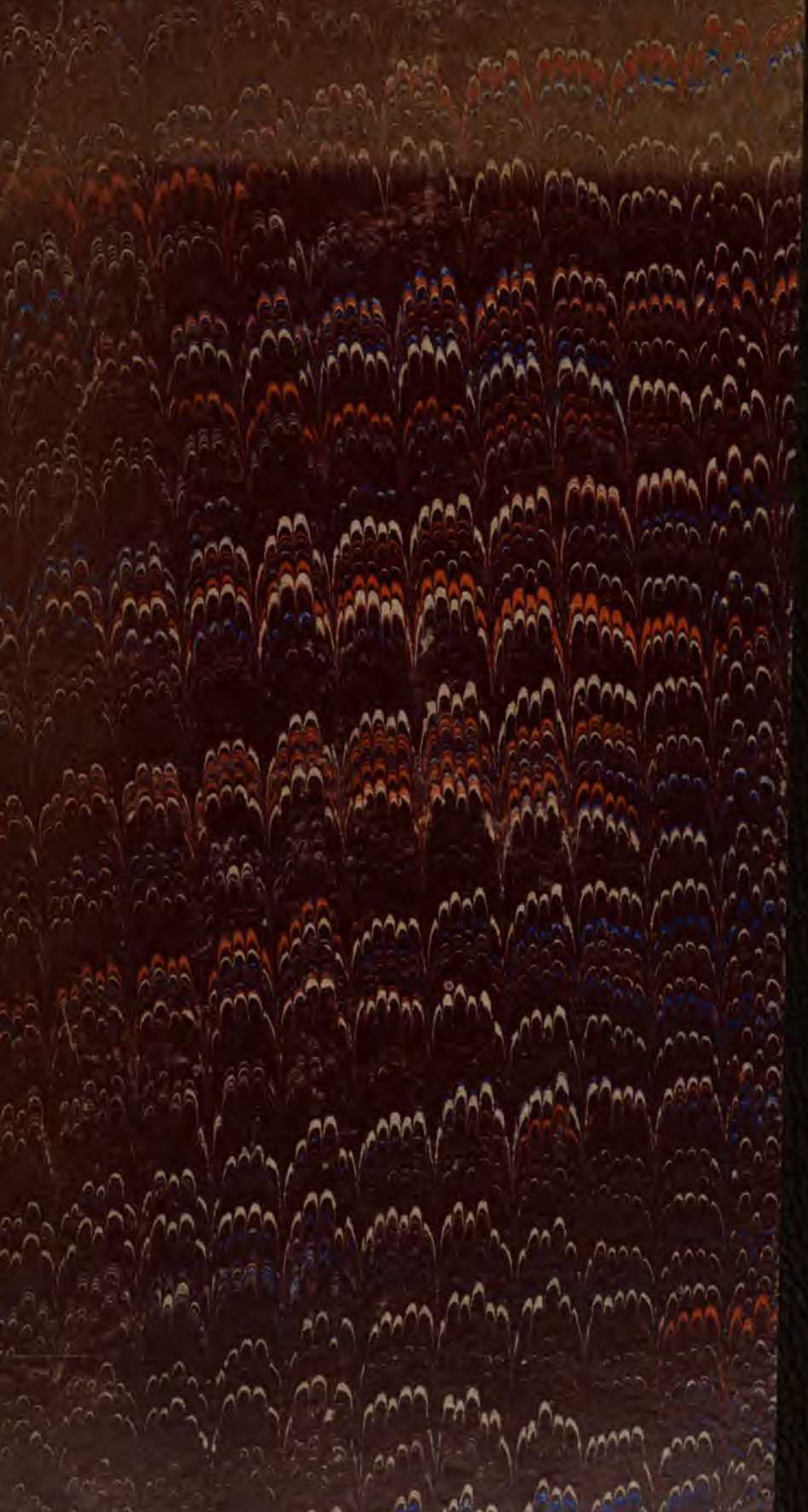
aus dem Jahre 1891.

Nr. 1265 — 1278.

Redaction: Prof. Dr. J. H. Graf.

BERN.
Druck und Verlag von K. J. Wyss.
1892.

3 2044 106 306 368


3 2044 106 306 368

3 2044 106 306 368